



МИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
УЧЕБНИК

СССР

2 1982

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

**«Земля и Вселенная»
поздравляет
новых членов Академии наук СССР**



**Академик
Георгий Тимофеевич Зацепин
(физика высоких энергий, физика
элементарных частиц)**



**Академик
Виктор Викторович Соболев
(астрономия и астрофизика)**



**Академик
Алексей Федорович Трешников
(океанология)**

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

МАРТ
АПРЕЛЬ
2 1982

В номере:

Зельдович Я. Б., Шандарин С. Ф. — «Черные области» во Вселенной	2
Шкловский И. С. — Проблемы метagalктической астрономии	7
Пилотируемые полеты на «Салюте-6» по программе «Интеркосмос»	14
Балебанов В. М., Захаров А. В. — Космическая физика	15
Архипов В. В., Ронжин Л. А. — Природные ресурсы Земли	20
Гришин С. Д., Савичев В. В. — Космическое производство	28
Воробьев Е. И., Котовская А. Р. — Космическая биология и медицина	32
Александров А. М. — Беседа в Центре управления полетом	36
Бернштейн Л. Б. — Приливные электростанции	41
ЛЮДИ НАУКИ	
Глушко В. П., Пилюгин Н. А. — Воспоминания о С. П. Королеве	48
Павлов П. И. — Михаил Кузьмич Янгель	51
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Казимировский Э. С. — Симпозиум МАГА в Эдинбурге	54
Владимиров Ю. С. — Как развиваться теории гравитации?	56
ЭКСПЕДИЦИИ	
Генштафт Ю. С., Салтыковский А. Я. — Международная петрологическая экспедиция	59
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ	
Хренов Л. С. — 100-летие нивелирной сети страны	62
Шумилов А. В. — Две экспедиции капитан-командора	66
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Войнов С. С. — У самого Черного моря	71
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
Казютинский В. В. — Поиск внеземных цивилизаций	75
Ксанфомалити Л. В. — «Планеты Солнечной системы»	77

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Скопления галактик разогреваются (6); Рентгеновское кольцо (6); Газ и пыль в радиогалактиках (13); Алмазы в оболочках Урана и Нептуна? (13); Рентгеновское излучение обычных звезд (13); Скорпион X-1 — аналог внегалактических источников (40); Открытие памятника метеориту (46); Новые книги (53, 70, 78); «Голицынские чтения» в Ленинграде (55); Встреча с читателями (58); Статьи и заметки о внегалактической астрономии, опубликованные в «Земле и Вселенной» в 1965—1981 годах (79).

Обложку оформил А. Л. Кашеков (к ст. «Пилотируемые полеты на «Салюте-6» по программе «Интеркосмос»)



Академик
Я. Б. ЗЕЛЬДОВИЧ
Кандидат физико-математических
наук
С. Ф. ШАНДАРИН

«Черные области» во Вселенной

Сообщение об открытии огромной области, практически свободной от галактик, вызвало интерес даже у людей, далеких от астрономии. Было высказано мнение, что существование этих «черных областей» несовместимо с основным положением современной космологии — представлением об однородной Вселенной. Однако возможна иная трактовка обнаруженного феномена.

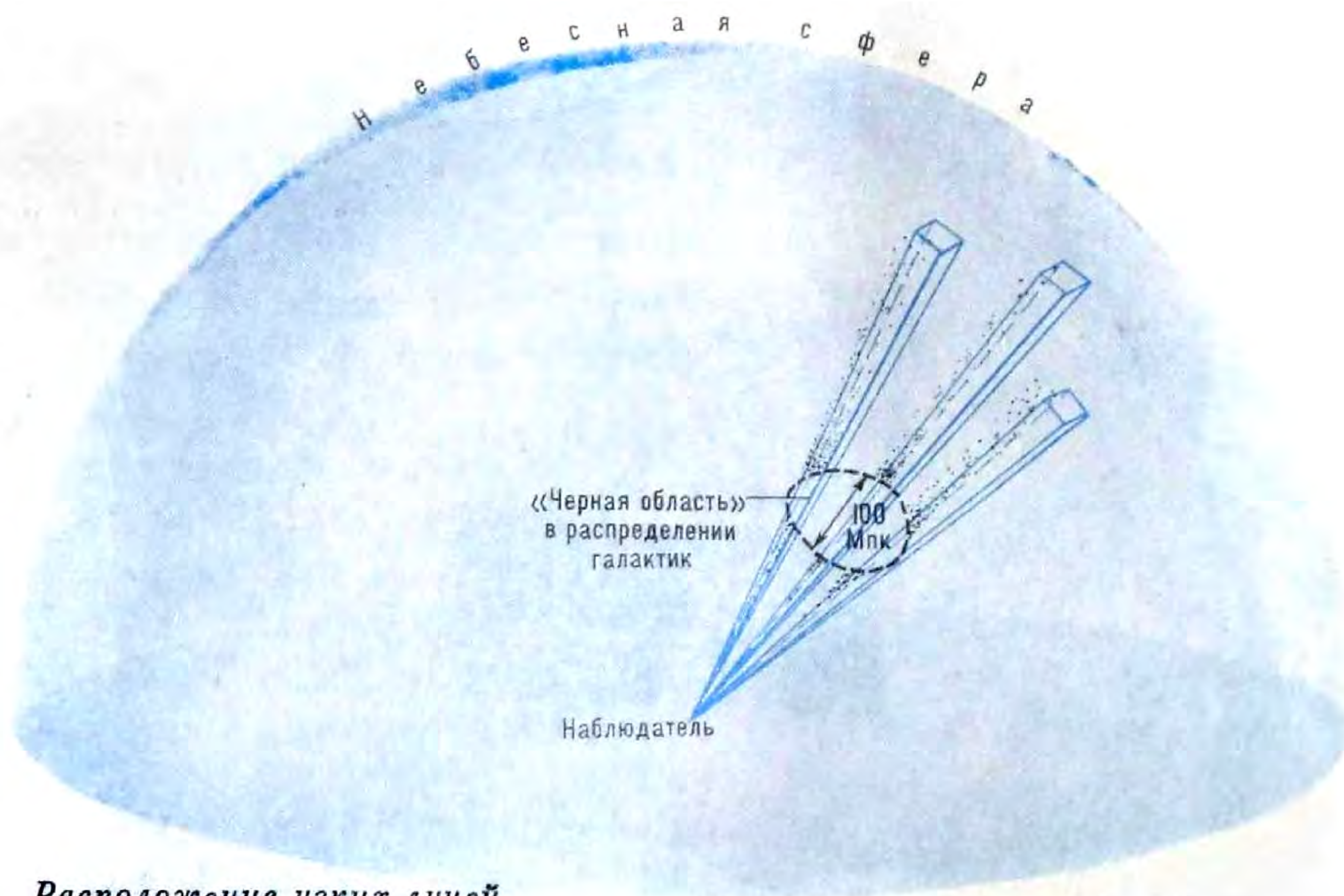
ПУСТОТЫ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ГАЛАКТИК

Если с фотографий неба, полученных на крупном телескопе, мысленно убрать изображения звезд, то окажется, что небесная сфера более или менее равномерно заполнена галактиками. Конечно, в одних местах их плотность выше, в других — ниже, но галактики есть везде. Мы не увидим их лишь в узкой полосе Млечного Пути, где пыль, находящаяся в диске нашей Галактики, препятствует прохождению света от других «звездных островов», в существовании которых мы не сомневаемся. Однако такая картина распределения галактик окажется неполной. Ведь мы рассматриваем все галактики в проекции на небесную сферу. Чтобы получить правильное представление о пространственном, объемном распределении галактик, необходимо знать расстояния до них.

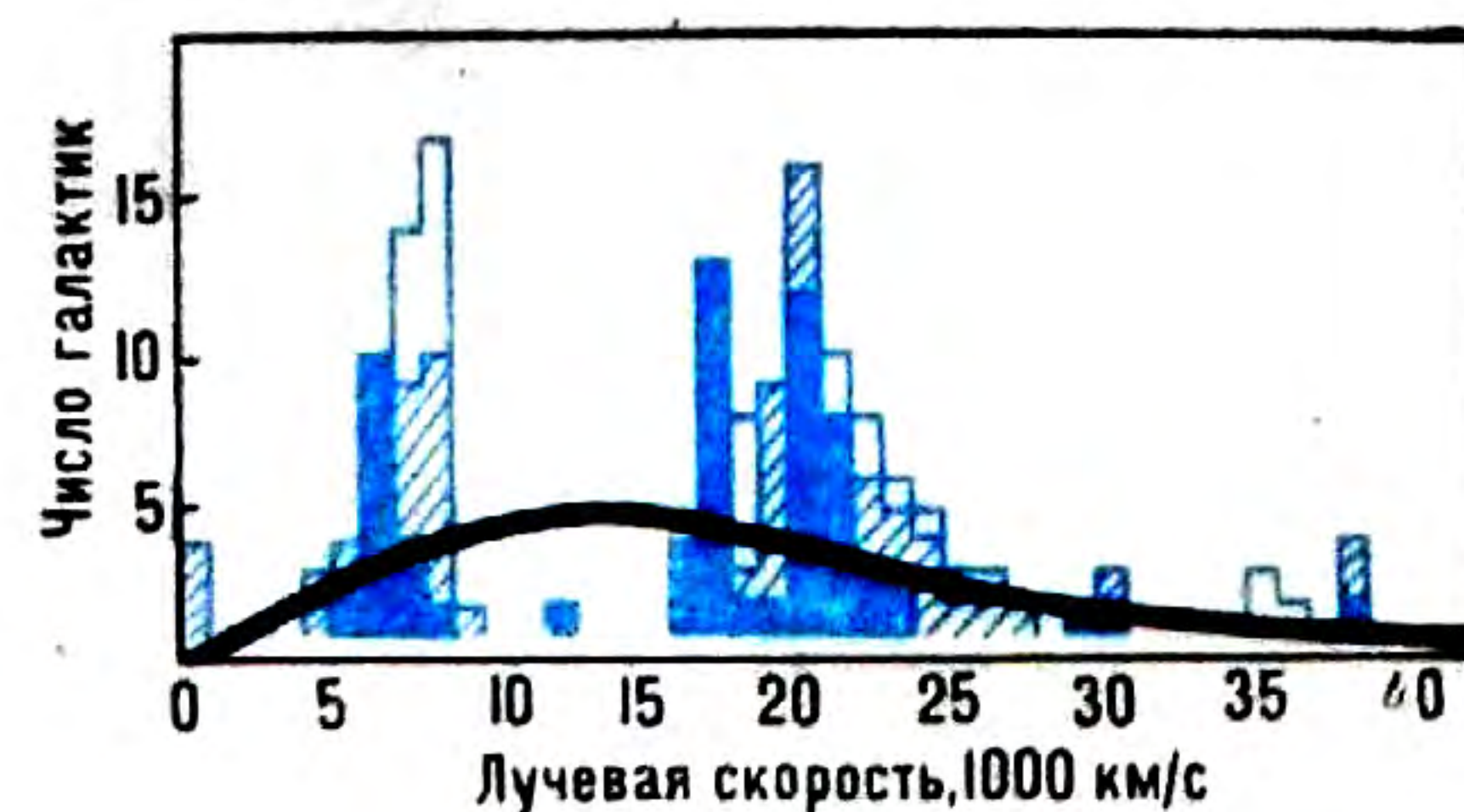
Еще недавно большинство астрономов считали, что и в пространстве

Расположение узких лучей, внутри которых определялось распределение всех галактик ярче 17,3 звездной величины. Во всех трех направлениях на расстоянии от 240 до 360 Мпк обнаружена лишь одна галактика

галактики распределены довольно равномерно. Разумеется, мы наблюдаем и огромные галактические архипелаги — богатые скопления, где плотность галактик намного выше средней, и области, где плотность галактик ниже средней. Однако до недавнего времени думали, что не существует пустых областей, в которых галактик не просто мало, а нет вообще. Правда, такое представление основывалось лишь на статистической обработке поверхностной



Число галактик в трех узких лучах (светлом, темном и заштрихованном) в зависимости от лучевой скорости. В интервале лучевых скоростей от 12 000 до 18 000 км/с находится всего одна галактика ярче 17,3 величины. Равномерное распределение галактик в пространстве соответствует кривой линии



картины распределения галактик, требовавшей дополнительных предположений. Исключить большую часть этих предположений можно, если определить расстояния до галактик.

Измерение громадных расстояний, что отделяют нас от галактик,— не легкая задача. Расстояние больше 10 Мпк можно определить только одним методом. Он основан на факте расширения Вселенной (Земля и Вселенная, 1965, № 4, с. 33—39.—Ред.). Такое расширение еще в 20-е годы нашего столетия было предсказано советским математиком А. А. Фридманом, а вскоре американский астроном Э. Хаббл подтвердил его результатами наблюдений.

Известно, что чем дальше находится галактика, тем с большей скоростью она удаляется. Пользуясь этим правилом, названным законом Хаббла, можно по скорости удаления галактики оценить расстояние до нее. Несмотря на известные недостатки, этот метод нахождения расстояний пока остается наилучшим для подавляющего большинства галактик, за исключением нескольких десятков ближайших к нам звездных систем.

Для измерения скорости удаления галактики достаточно получить ее спектр. Однако световой поток, приходящий от далеких звездных систем, очень слаб, поэтому только на крупных телескопах с использованием чувствительных электронных приемников излучения можно получать необходимые спектры. К настоящему времени известны расстояния до нескольких тысяч галактик.

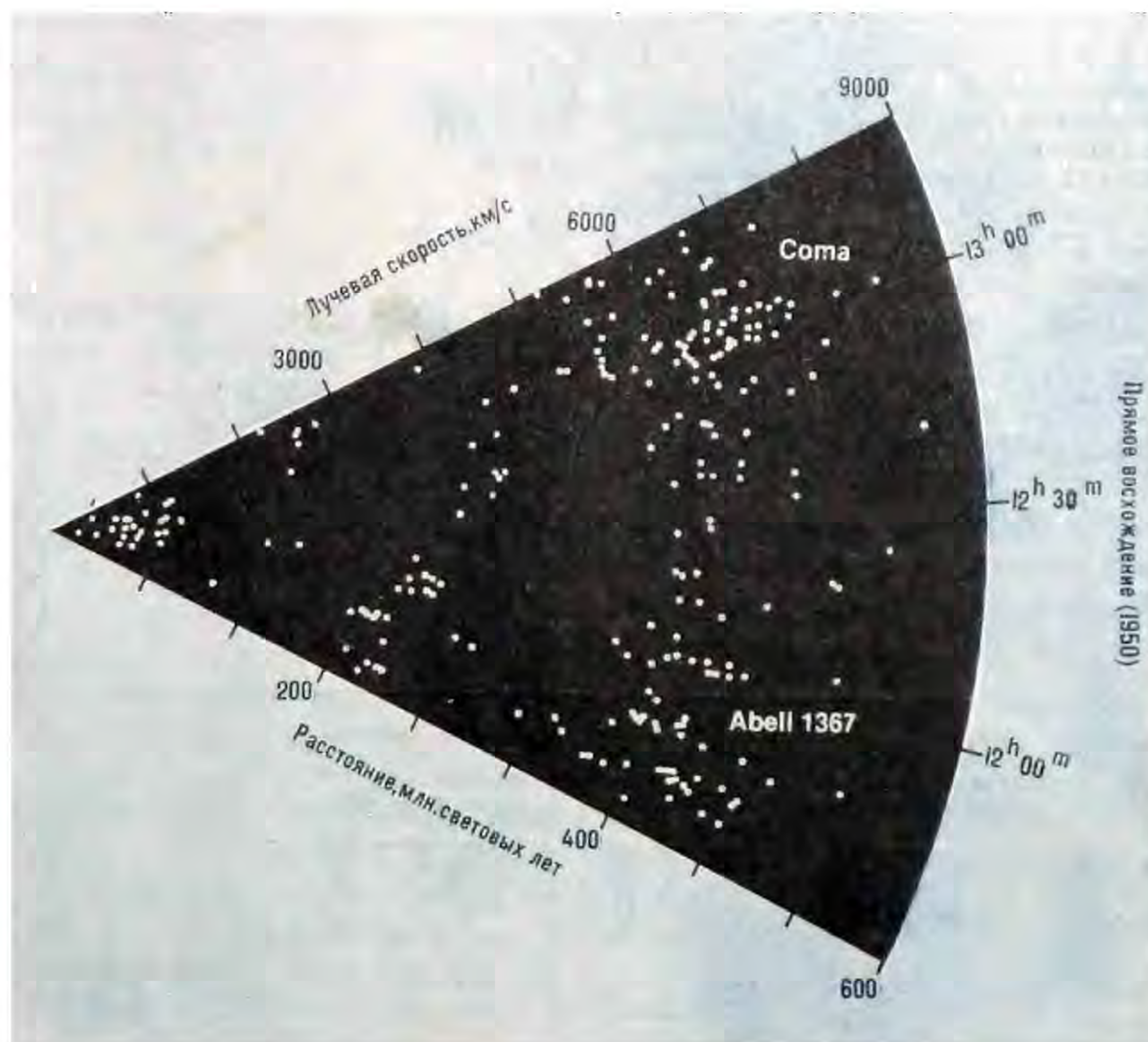
Чтобы открыть «черную область», нужно не просто получить спектры большого числа галактик, но при этом галактики должны находиться на одном участке неба, где и надлежит исследовать все объекты ярче заданной звездной величины. Большинство галактик не представляет самостоятельного интереса для астрономов, поэтому трудоемкое массовое измерение расстояний до этих «звездных островов» казалось пустой тратой времени. Наблюдатели предпочитали исследовать отдельные «нестандартные» объекты, а они расположены в пространстве более или менее случайно.

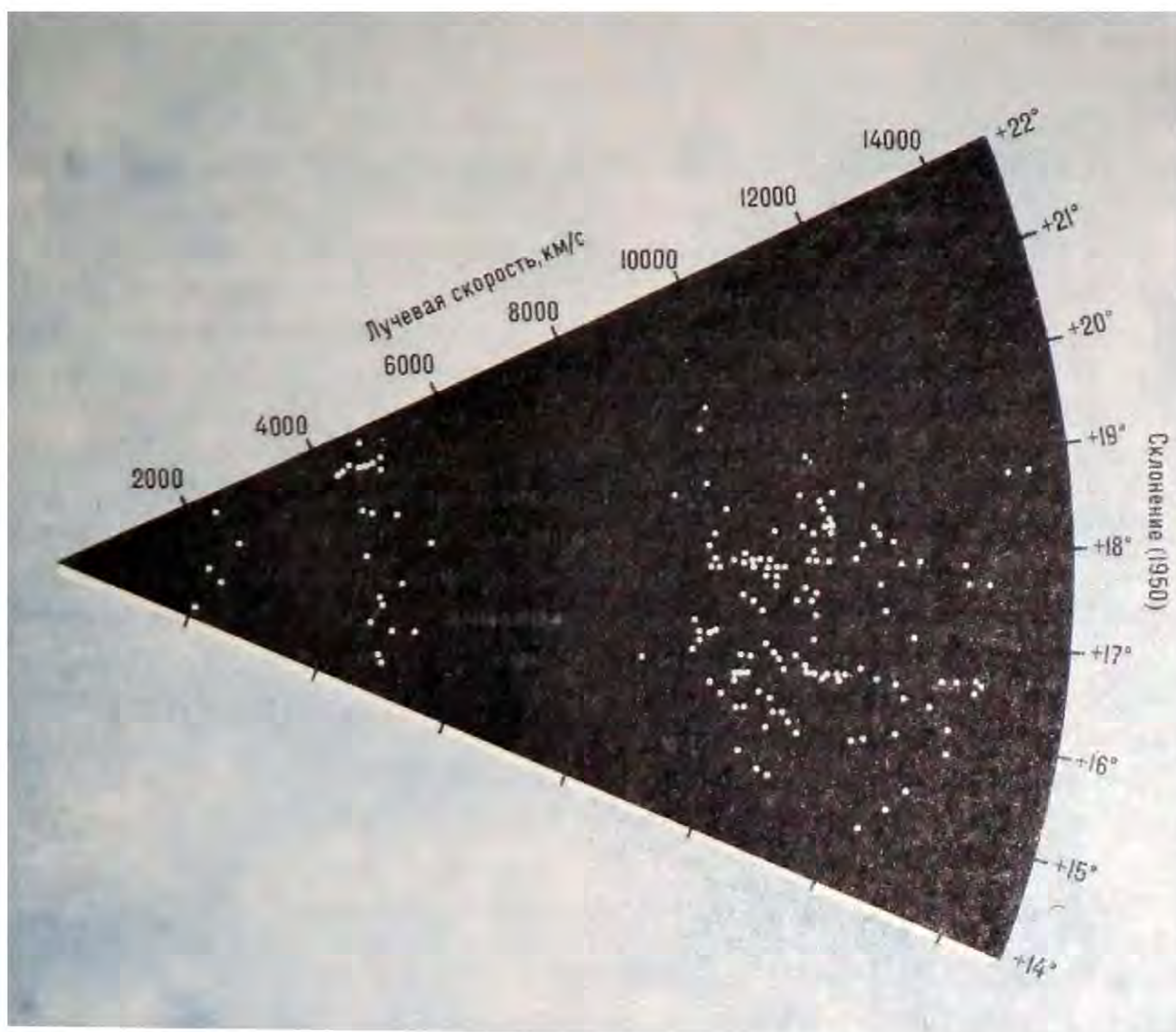
Американские астрономы Р. Киршнер, А. Омлер, П. Шехтер и С. Шектман определили расстояние до всех галактик ярче 17,3 звездной величины в трех участках (площадь каждого — 1,4 квадратных градуса) в созвездии Волоса. Они как бы «взяли пробы» пространственной плотности галактик вдоль трех направлений. Оказалось, что во всех трех направлениях на расстоянии примерно от 240 до 360 Мпк (постоянная Хаббла принималась равной 50 км/с·Мпк) находится всего одна галактика, в то время как при средней плотности их должно быть 25. И наоборот, вблизи указанных пределов (240 и 360 Мпк) наблюдается избыточная плотность галактик. Итак, три луча как бы «проткнули» на своем пути грандиозную «черную область» в распределении галактик. Ее объем около 1 млн. кубических мегапарсек (примерно $3 \cdot 10^{64}$ км³). Разумеется, и американские ученые этого не отрицают, пока еще рано делать окончательные выводы. Ведь может статься, сделай астрономы предельную звездную величину обзора меньше — и в этой

области будут обнаружены слабые карликовые галактики... Пока же остановимся на имеющихся данных.

Надо сказать, для многих астрофизиков открытие «черной области» в распределении галактик не явилось неожиданностью. Первое сообщение о большой области в созвездии Персея, свободной от галактик, сделала в 1977 году группа эстонских астрономов под руководством члена-корреспондента АН ЭССР Я. Э. Эйнасто. За год до этого численные эксперименты, проведенные в Институте прикладной математики АН СССР, показали, что характерная пористая структура должна возникать на стадии образования первых объектов во Вселенной. За прошедшие с тех пор годы обнаружены пять «черных обла-

«Черная область» в созвездии Волос Вероники. Здесь расположены два богатых скопления галактик Coma и Abell 1367, соединенные перемычкой из галактик. Изображены все галактики (точки) ярче 15-й звездной величины





«Черная область»
в созвездии Геркулеса.
Изображены все галактики
ярче 15,7 звездной величины

стей». (См. таблицу, заимствованную из работы Киршнера и др.— *Astrophysical Journal Letters*, 1981, 248, 2.)

ПРОИСХОЖДЕНИЕ «ЧЕРНЫХ ОБЛАСТЕЙ»

Чтобы объяснить, как могут образовываться пустоты в структуре Ме-

тагалактики, напомним основные положения теории горячей Вселенной (Земля и Вселенная, 1969, № 3, с. 5—11.— Ред.). Около 15 млрд. лет назад «Большой взрыв» дал начало расширению Метагалактики, которое продолжается до сих пор. На ранней стадии не было ни галактик, ни звезд; вещество, представлявшее смесь водорода и гелия, имело большую, чем теперь, среднюю плотность и почти однородное распределение в пространстве. Если бы вещество во Все-

ленной распределялось строго равномерно, то галактики и звезды не появились бы и до настоящего времени. Их рождение связано с малыми неоднородностями плотности, существовавшими на ранней стадии эволюции Вселенной.

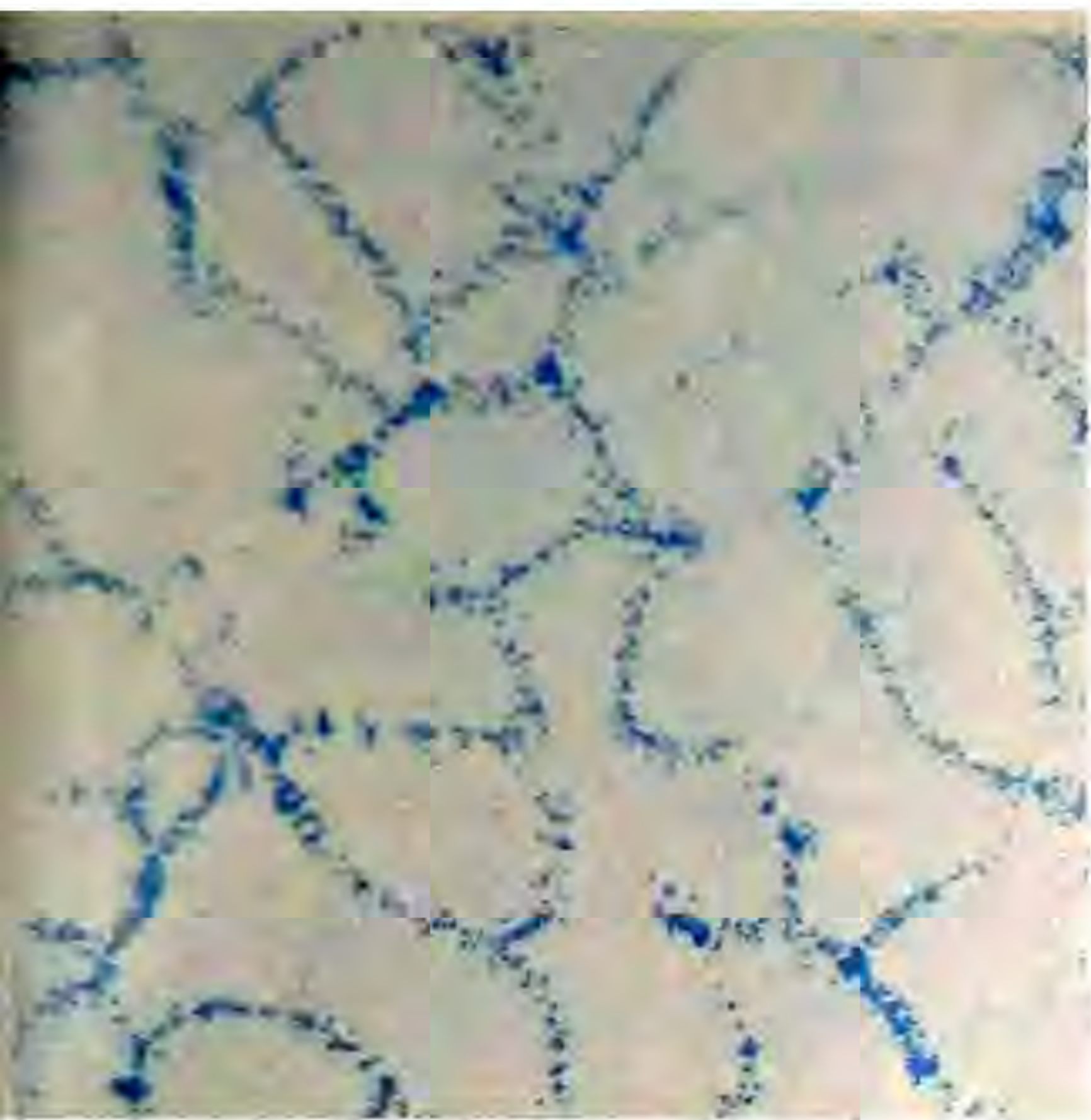
С течением времени малые различия плотности возрастали под действием сил тяготения. Когда неоднородности достигли большой величины, начали формироваться первые объекты. Одни астрофизики (в том числе и авторы статьи) считают, что вначале образовались самые крупные объекты Вселенной — сверхскопления галактик, которые затем дробились на более мелкие: шаровые скопления звезд и галактики. Этот вариант эволюции известен как **фрагментация**. Другие утверждают, что первыми возникли шаровые скопления. Затем под действием сил тяготения шаровые скопления начали собираться в более крупные агрегаты — галактики, а те в свою очередь объединились в скопления и сверхскопления. Это — сценарий **скучивания**.

В сценарии фрагментации математическое описание процесса, в котором образовалась структура Вселенной, дал в 1970 году один из авторов статьи (Я. Б. Зельдович). В течение следующих нескольких лет были выяснены закономерности формирования галактик, их скоплений, сверхскоплений. В середине 70-х годов возникла концепция пористой структуры Вселенной (Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 62—66.— Ред.).

Согласно сценарию фрагментации, на ранних стадиях эволюции Вселенной, когда неоднородности плотности были невелики, они представляли собой гладкие волны очень большой длины. По мере роста амплитуды под действием сил тяготения гребни волн стали круче и затем возникли первые объекты: плотные газовые диски — «блины». В них создавались благоприятные условия для рождения галактик и звезд (Земля и Вселенная, 1974, № 6, с. 18—22.— Ред.). Напротив, в пространстве между «блинами» газ был настолько разрежен, что галактики здесь не могли возникнуть. Процесс конденсации в сильно разреженном газе требует

«Черные области» в распределении галактик

Созвездие	Расстояния, между которыми нет галактик, Мпк (постоянная Хаббла 50 км/с·Мпк)	Предельная звездная величина обзора	Объем «черной области», Мпк ³	Год исследования
Волосы Вероники	100—124	15,0	15 000	1978
Персей	24—80	14,0	25 000	1977
Геркулес	110—170	15,7	8 300	1979
Рыбы	130—200		~770 000	1980
Волопас	240—360	~17,3	2 000 000	1981



Упрощенная «плоская» модель структуры Вселенной, рассчитанная на ЭВМ сотрудниками Института прикладной математики АН СССР. Галактики образуют пористую структуру. «Пустоты» заполнены разреженным ионизированным газом, нагретым до нескольких десятков тысяч градусов

времени большего, чем время жизни нашей Вселенной. Оставшийся между «блинами» газ был разогрет и ионизирован излучением «блинов» и молодых галактик. С течением времени «блины» увеличивались в размерах, пересекались, образуя пористую структуру. В областях пространства, которые служат стенками этой структуры, концентрация галактик высока, внутренние же полости заполнены разреженным газом и совсем не содержат галактик.

В сценарии сгущения на определенном этапе эволюции галактики почти равномерно заполняли пространство. Как и в варианте фрагментации, под действием сил тяготения галактики могут скапливаться вдоль определенных поверхностей и линий. По-видимому, хотя это не так очевидно, возможно даже появление пористой структуры. Но силы тяготения не способны полностью опустошить какие-то области, а только снижают в них общую плотность. Следовательно, в картине сгущения часть галактик неизбежно остается и между стенками пористой структуры.

«ЧЕРНЫЕ ОБЛАСТИ» И КОСМОЛОГИЯ

Поперечник самой большой «черной области» по крайней мере в 30 раз меньше расстояния до «горизонта» Вселенной. Из отношения объемов наблюдаемой Вселенной и отдельной «черной области» исследователи оценивают число таких областей в Метагалактике в несколько десятков тысяч. Значит, одно из основных положений современной космологии, утверждающее, что в больших масштабах Вселенная однородна, осталось непоколебленным. Дело в том, как это понимать. Например, кусок вулканической пемзы можно считать однородным, хотя он состоит из множества пузырьков воздуха, разделенных плотными перемычками. Говоря, что пемза однородна, мы подразумеваем примерную одинаковость двух любых образцов, размеры которых значительно превышают размеры пузырьков воздуха. Представим, что перемычки, разделяющие пузырьки воздуха, не сплошные, а состоят из множества частиц — галактик, и тогда получим наглядную модель структуры Вселенной. Она неоднородна в масштабах отдельных полостей, но в больших масштабах — однородна.

Открытие «черных областей» ставит новые задачи перед теоретиками и астрономами-наблюдателями. Прежде всего необходимо убедиться, что внутри «черных областей» нет слабых галактик. Для этого нужно отодвинуть насколько возможно нижнюю границу светимости рассматриваемых звездных систем, то есть попытаться определить расстояния до все более и более слабых галактик.

В сценарии фрагментации галактики не могли образоваться в «черных областях», но могли в них попасть, если были выброшены из плотных областей. Число таких «пришельцев» невелико, но было бы весьма полезным научиться отличать их от «галактик-аборигенов». Теоретикам предстоит рассчитать возможное число «галактик-пришельцев», оценить расстояния, которые они способны преодолеть.

Возможны случаи, когда галактика

лишь кажется расположенной в «черной области». Вспомним: астрономы измеряют скорость удаления галактик, а не их истинное положение в пространстве. Расстояние же вычисляется при дополнительном предположении, что галактика движется по закону Хаббла в однородной Вселенной. Если в результате взаимодействия со своими ближайшими соседями галактика приобрела некоторую дополнительную (как говорят астрономы, пекулярную) скорость, то галактика покажется нам расположенной ближе или дальше, чем на самом деле. Если компонента скорости, направленная вдоль луча зрения, составляет 1000 км/с, галактика сместится (удалится или приблизится) на 20 Мпк от истинного положения.

Следующая задача наблюдателей — обнаружить газ внутри «черных областей». Теоретики предсказывают, что это должен быть весьма разреженный, ионизированный газ, его плотность в несколько раз меньше средней плотности вещества во Вселенной, а температура достигает нескольких десятков тысяч градусов. В таком газе не должно быть химических элементов тяжелее водорода и гелия. Подобный состав газа характерен для догалактического вещества. В областях, где рождались галактики, химический состав вещества изменялся. Более тяжелые элементы — углерод, кремний, кислород и т. д. — синтезировались в недрах звезд и попадали в межгалактическое пространство при взрывах сверхновых. Если удастся обнаружить области с догалактическим химическим составом, будет получен сильный аргумент в пользу модели фрагментации при образовании структуры Вселенной.

В «черных областях» может присутствовать в небольших количествах и нейтральный водород. Его можно попытаться выявить по спектрам квазаров. Нейтральный водород поглощает излучение квазаров в линии Лайман-альфа. В сплошном газе, вовлеченном в космологическое расширение, эта линия превращается в широкую полосу. Такие полосы не наблюдаются, следовательно, приходится исключить

наличие сколь-нибудь заметного количества нейтрального водорода, более или менее однородно заполняющего «черные области».

Нужно иметь в виду, что образование «блинов» — событие не единовременное. Наряду с самыми плотными из тех, которые первыми возникли в нейтральном газе, должны быть и «блины», формирующиеся в ионизированном газе. Первые «блины» своим собственным излучением, а также излучением молодых галактик и квазаров, образующихся в

«блинах», нагревают и ионизируют газ, который еще не успел войти в «блины». Нагрев не может воспрепятствовать формированию новых «блинов», но способен предотвратить появление галактик и звезд. Другими словами, газ внутри «черных областей» может быть распределен неоднородно. Там, где общая плотность газа выше, должно быть больше атомов нейтрального водорода. Если такая неоднородность попадет на пути луча, идущего от квазара, то в его спектре возникнет линия погло-

щения Лайман-альфа. Сейчас накоплены данные, косвенно указывающие, что мы наблюдаем области с догалактическим химическим составом. Спектры далеких квазаров испещрены линиями поглощения, многие из которых не удается приписать никакому другому элементу, кроме водорода. Так что же, обнаружены «блины», образовавшиеся в ионизированном газе? Окончательный ответ на этот вопрос дадут будущие исследования.

СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК РАЗОГРЕВАЮТСЯ

Американские астрофизики С. Перренод и Дж. Хенри, используя данные орбитальной обсерватории имени Эйнштейна, исследовали рентгеновское излучение далеких скоплений галактик. У астрофизиков сейчас не вызывает сомнения, что это рентгеновское излучение связано с горячим газом, заполняющим пространство между галактиками в скоплениях. Ближайшее из изученных скоплений имеет красное смещение 0,136, а самое отдаленное — 0,545. Исследователи определили температуру горячего межгалактического газа, ответственного за рентгеновское излучение скоплений, и пришли к выводу, что чем дальше от нас расположено скопление, тем холоднее в нем межгалактический газ. Следовательно, в ходе эволюции межгалактическая среда в скоплениях разогревается. С чем это связано?

Перренод и Хенри считают, что температура газа, как и скорость движения галактик в скоплении, зависит от напряженности гравитационного поля внутри скопления, а значит, от его массы. Чем больше масса скопления, тем сильнее притягиваются к его центру галактики и межгалактический газ. При этом в результате сжатия увеличиваются скорость движения галактик и температура межгалактического газа. Каждый раз, когда изменяется масса скопления, температура газа меня-

ется так, чтобы силы газового давления могли противостоять силам гравитации. Нагрев межгалактического газа, по мнению исследователей, скорее всего обусловлен увеличением массы скопления.

Ну, а почему растет масса скоплений галактик, понять нетрудно. Вызвано это падением (аккрецией) на них межгалактического вещества, рассеянного в пространстве между скоплениями. В далеком прошлом, когда плотность межгалактического вещества была велика, масса скоплений, а значит, и температура газа в них быстро увеличивались. В процессе расширения Метагалактики плотность межгалактического вещества уменьшается, поэтому сейчас аккреция сильно замедлилась, масса скоплений почти не меняется и температура газа в них растет очень медленно. Этот вывод теории подтверждается наблюдениями.

Astrophysical Journal, 1981, 247, 1.



РЕНТГЕНОВСКОЕ КОЛЬЦО

В 1977 году приборы, установленные на борту спутника HEAO-1, обнаружили в созвездиях Близнецов и Единорога рентгеновский источник в виде кольца диаметром 20°. Кроме него в этой области неба есть еще радиисточник, также похожий на кольцо, но только разорванное в нескольких местах. Спектр радиисточника нетепловой, что характерно для излучения остатков вспышек сверхновых. Внутри рентгеновского кольца расположен радиопульсар PSR 0656+14, обладающий довольно малым периодом — 0,385 с. По всей видимости, этот пульсар молод. Наконец, в пределах кольца находится звезда 15 Единорога, имеющая аномально большую пространственную скорость.

По особенностям рентгеновского излучения удалось определить расстояние до странного кольца — около 300 пк. В этом случае диаметр кольца равен 100 пк.

Скорее всего рентгеновское кольцо — остаток вспышки сверхновой, происшедшей несколько десятков тысяч лет назад на расстоянии 300 пк от Солнца. Энергия вспышки составляла около $3 \cdot 10^{50}$ эрг — величину, типичную для вспышек сверхновых. Тогда естественно предположить, что на месте вспышки осталась нейтронная звезда — пульсар PSR 0656+14. Звезда же 15 Единорога могла входить в двойную систему, где вспыхнула сверхновая. В результате взрыва двойная система распалась.

Конечно, полученные данные нельзя считать достоверным доказательством недавней вспышки сверхновой вблизи Солнца...

Astrophysical Journal, 1981, 248, 1.



Член-корреспондент АН СССР
И. С. ШКЛОВСКИЙ

Проблемы метагалактической астрономии

В наблюдаемой области Вселенной — Метагалактике открыто немало загадочных объектов. Их природа ждет своего разрешения.

ЧТО МЫ ЗНАЕМ О МЕТАГАЛАКТИКЕ

На протяжении долгих веков представления людей о размерах окружающего Землю мира претерпели радикальные изменения. Вплоть до первой половины XVI века господствовало освященное авторитетом Аристотеля и поддерживавшееся христианской церковью представление об исключительном положении Земли — центра и средоточия мироздания. Правда, еще в античную эпоху отдельные мыслители усомнились в «срединном» положении Земли во Вселенной. Первая в истории культуры гелиоцентрическая система была выдвинута Аристархом Самосским, чей 2300-летний юбилей отмечался в 1980 году. Однако идеи Аристарха практически не оказали влияния на развитие философии и науки в последующие века. Окончательное торжество гелиоцентрической системы мировоззрения связано с великим именем Коперника, положившего начало первой революции в астрономии. В ту эпоху, однако, Вселенная и ее масштабы ограничивались Солнечной системой, точнее, орбитой Сатурна, ибо Уран, Нептун и Плутон еще не были открыты... Представления о звездах и их природе практически не отличались от аристотелевых. Пожалуй, первый, кто понял, сколь огром-

ны расстояния до самых близких звезд по сравнению с размерами Солнечной системы, был Ньютон. Но истинным пионером звездной астрономии справедливо считают В. Гершеля.

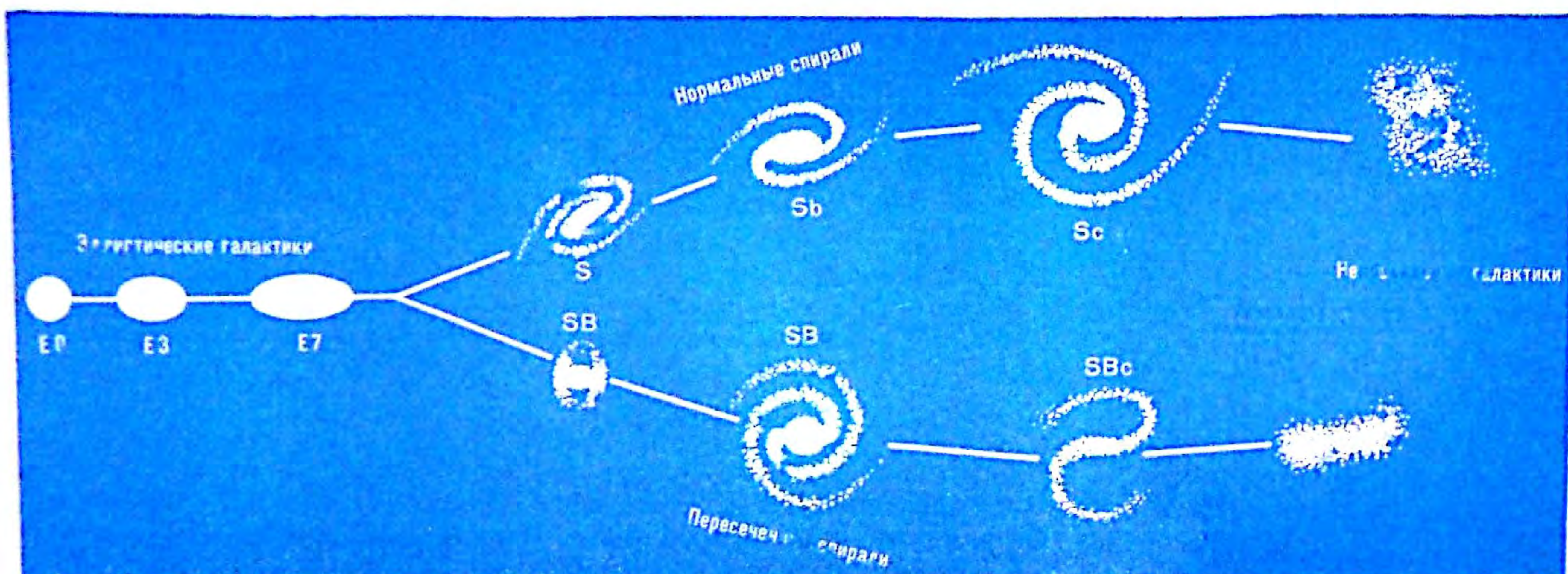
В течение последующих столетий постепенно был накоплен огромный наблюдательный материал о «звездной» Вселенной. В XVIII веке отдельные мыслители высказывали смелые идеи об «островной Вселенной» (И. Ламберт), включающей бесконечное количество гигантских звездных агрегатов («островов»). Но в то время считалось, что Вселенная состоит из звезд и крупных структурных единиц в ней нет. Совершенно непонятной оставалась природа открытых еще Гершелем спиральных туманностей, хотя среди гипотез, объясняющих их природу, были и близкие к современным представлениям (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 50—56.—Ред.). Однако в XVIII веке некоторые астрономы полагали, что даже Крабовидная туманность состоит из звезд... Как и во всякой другой науке о природе, в астрономии следует отличать гипотезы от доказанных фактов.

Вплоть до 20-х годов нашего века вопрос о природе спиральных туманностей, и самое главное — о расстояниях до них, по существу, оставался открытым. Решить его путем умозрительных заключений, даже самых остроумных, было невозможно. Помочь могли только астрономические наблюдения, для чего требовалось усовершенствовать имевшиеся тогда телескопы. Разрешение внешних рукавов спиральной туманности Андромеды (или, как чаще обозначают ее

астрономы, М 31) на звезды наглядно продемонстрировало внегалактическую природу этого объекта. Среди звезд, наблюдавшихся в М 31, оказалось много «старых знакомых», например цефеид и новых. Вскоре были разрешены на звезды и другие сравнительно близкие к нам «острова Вселенной» — галактики. Возникла внегалактическая, или **метагалактическая астрономия**, в огромной степени раздвинувшая границы наблюдаемой Вселенной. Одновременно вырисовывались контуры и того «острова Вселенной», в котором находится наша Солнечная система. Он давно уже получил название Млечный Путь, или «Галактика».

Исследование нашей Галактики оказалось далеко не простой задачей, в некоторых отношениях даже более трудной, чем изучение метагалактических объектов. И виной тому — межзвездное поглощение света, обусловленное малыми пылинками, которые делают почти ненаблюдаемыми более или менее отдаленные области Галактики. Плотные пылевые облака скрывают от нас галактический центр. Все же в предвоенные годы были получены правильные представления об основных свойствах Галактики — ее массе и размерах. Последние исчисляются многими десятками тысяч световых лет, в то время как масса приблизительно в сто миллиардов раз больше солнечной (99% массы приходится на звезды, преимущественно слабые красные карлики).

Выдающаяся роль в открытии и исследовании Метагалактики принадлежит замечательному американскому астроному Э. Хаббл. Он разработал



Классификация галактик, предложенная Э. Хабблом. Эллиптические галактики *E* отличаются друг от друга степенью сплюснутости. Спиральные галактики разделяются на нормальные *S* и пересеченные *SB* (с перемычкой)

принятую до сих пор классификацию галактик на морфологические типы: эллиптические *E*, спиральные *S* и неправильные *Irr*. Эта классификация имеет такое же важное значение для метagalактической астрономии, как знаменитая диаграмма Герцшпрунга — Рассела для звездной.

Еще В. Слайфер до открытия Метагалактики обнаружил, что линии поглощения в спектрах спиральных туманностей, как правило, смещены в красную сторону по сравнению с лабораторными стандартами. Это явление со всей тщательностью на обширном материале исследовал Хаббл, который обнаружил замечательную закономерность: смещение линий тем больше, чем дальше от нас галактика. Так было открыто **расширение нашей Вселенной**, за несколько лет до того предсказанное советским математиком А. А. Фридманом на основе анализа уравнений релятивистской космологии Эйнштейна. Открытие расширения Вселенной следует

отнести к числу величайших достижений науки.

Что означает такое расширение? Проще всего, расширение наблюдаемой Вселенной надо понимать как разлет галактик, приводящий к непрерывному увеличению расстояния между ними. При этом размеры самих галактик практически не меняются, ибо они представляют собой систему объектов (звезд, туманностей), гравитационно связанных. Таким образом, масштабы Вселенной непрерывно меняются. Значение постоянной Хаббла, характеризующей темп расширения Метагалактики, близко к 70 км/с на 1 Мпк. Это означает, что две галактики, расстояние между которыми 1 Мпк (3,2 млн. световых лет), удаляются друг от друга со скоростью 70 км/с.

Заметим, что на общее расширение Вселенной накладываются беспорядочные скорости движения отдельных галактик, достигающие сотен и более километров в секунду. Поэтому близкие галактики, у которых относительная скорость удаления, обусловленная красным смещением, довольно мала, могут даже сближаться. Именно это происходит с нашей соседкой М 31. Однако у галактик, расположенных от нас дальше 10 Мпк, скорость разлета, вызванная расширением Вселенной, всегда превышает скорость их «случайных» движений. Из наблюдаемого красного смещения галактик было бы неверно делать вывод о каком-то «выделенном»,

центральном положении нашей Галактики, по отношению к которой все другие галактики удаляются. Такую же картину однородного расширения можно наблюдать из любой точки Вселенной (аналогия: расстояние между двумя любыми точками на раздувающейся резиновой камере всегда растет).

Зная постоянную Хаббла, определяющую скорость расширения Метагалактики, можно вычислить ее возраст. Он насчитывает 15—20 млрд. лет. Много это или мало? Смотря с чем сравнивать. Обычные человеческие сроки, конечно, на много порядков меньше возраста Вселенной. Возраст Солнца и Солнечной системы, который сейчас определяется довольно уверенно, близок к 5 млрд. лет, что сравнимо с возрастом нашей Вселенной. Возраст Галактики заведомо превышает 10 млрд. лет, а скорее всего отличается не больше, чем на 10% от возраста Вселенной. Поэтому мы с полным основанием можем сказать, что в астрономическом смысле наша Вселенная еще молодая!

Совершенно очевидно, что если 15—20 млрд. лет тому назад вещество во Вселенной занимало весьма малый объем, то ее физические свойства резко отличались от современных (Земля и Вселенная, 1969, № 3, с. 5—11.—Ред.). Прежде всего в ту эпоху средняя плотность вещества на много порядков превышала современную. Сейчас «размазанная» по большому объему (внутри сферы

радиусом в несколько сот мегапарсек) плотность близка к 10^{-31} г/см³, что соответствует одному атому водорода на несколько кубических метров объема. Когда же возраст нашей Вселенной составлял десятки тысяч лет, ее размеры были в 1000 раз меньше современных, а средняя плотность — в миллиард раз больше и соответствовала нескольким сотням атомов на кубический сантиметр. Если по меньшей мере 90% вещества в современной Вселенной находится в недрах звезд, из которых в основном и состоит сотня миллиардов образующих ее галактик, то в ту отдаленную эпоху никаких звезд и галактик, равно как и химических элементов, более тяжелых, чем водород и гелий, не существовало. Была только простейшая водородно-гелиевая плазма, нагретая до температуры около 5000 К. Ее тепловое излучение, сильнейшим образом «деформированное» красным смещением, наблюдается сейчас как реликтовое излучение в радиочастотном диапазоне (Земля и Вселенная, 1979, № 6, с. 45—49.—Ред.). Открытие этого излучения в 1965 году стало принципиально важным этапом в космологии, поскольку было доказано, что вещество во Вселенной эволюционирует от простого к сложному. Теперь уже нельзя рассматривать Вселенную как нечто вечно неизменное.

Современная космология имеет возможность путем анализа наблюдательных данных изучать ранние стадии эволюции нашей Вселенной, когда ее возраст исчислялся минутами и даже секундами. Что касается теоретической космологии, то ее «не пугают» возрасты Вселенной порядка микросекунд и даже 10^{-43} секунды. Однако для таких, зачастую весьма смелых построений прямых наблюдательных данных пока нет.

Мы будем преимущественно говорить об эпохах развития Вселенной, хотя и весьма отдаленных от нашей, но качественно от нее не отличающихся. Как и сейчас, тогда основная доля вещества Вселенной была сосредоточена в звездах, образующих разного типа галактики. Метагалактическая астрономия накопила огром-

ный наблюдательный материал, позволяющий сделать вывод, что большинство галактик входит в состав таких структурных единиц, как скопления галактик. Другими словами, галактики во Вселенной распределены не равномерно, а группами, скорее всего связанными силой всемирного тяготения. Именно поэтому характерный объем, в пределах которого можно говорить о средней («размазанной») плотности, должен включать достаточное количество скоплений галактик, чьи средние размеры исчисляются мегапарсеками. В каждом скоплении насчитывается несколько сот (реже — несколько тысяч) членов. В этом отношении скопления галактик резко отличаются от более «низких» структурных единиц Вселенной — галактик, состоящих примерно из 10^9 — 10^{14} звезд. Изучению скоплений галактик метагалактическая астрономия в последние годы уделяет особенное внимание.

РАДИОГАЛАКТИКИ

Послевоенные годы ознаменовались стремительным развитием радиоастрономии. За какие-нибудь 7—8 лет (1946—1954 гг.), по существу, была открыта новая Вселенная.

Тот факт, что некоторые космические объекты могут быть источниками мощного радиоизлучения, совершенно не следовал из всей системы довоенной астрофизики, базировавшейся исключительно на оптических методах исследования. Можно было, конечно, ожидать тепловое излучение от звезд и туманностей в радиодиапазоне. И действительно, радиоастрономы вскоре зарегистрировали тепловое радиоизлучение от ионизированных газовых туманностей. Что касается теплового излучения от ближайших звезд, то даже в наши дни, несмотря на огромное повышение чувствительности современной радиоастрономической аппаратуры, его обнаружение находится на пределе возможностей. Открытие космических радиоисточников на заре развития радиоастрономии означает, что механизм радиоизлучения никоим образом не является тепловым. На этих



отдаленных объектах с огромной эффективностью должны работать естественные «антенны». Выяснение природы этих «антенн» — одно из крупнейших достижений послевоенной теоретической астрофизики. Здесь особенно велики заслуги советских физиков и астрономов.

Датой открытия космических радиоисточников следует считать 1946 год, когда английские исследователи Хей, Филиппс и Парсон совершенно неожиданно обнаружили на метровых волнах в созвездии Лебедя ярчайший источник, получивший название Лебедь А. Поток радиоизлучения от него в метровом диапазоне всего лишь в 2 раза меньше, чем от «спокойного» Солнца, радиоизлучение которого в то время было предметом интенсивных исследований. В 1948 году австралийские астрономы Дж. Болтон и его коллеги, применив новую интерференционную технику, открыли несколько радиоисточников; три из них сразу же удалось отождествить с оптическими объектами — знаменитой Крабовидной туманностью и двумя яркими, сравнительно близкими к нам эллиптическими галактиками NGC 4486 и NGC 5128.

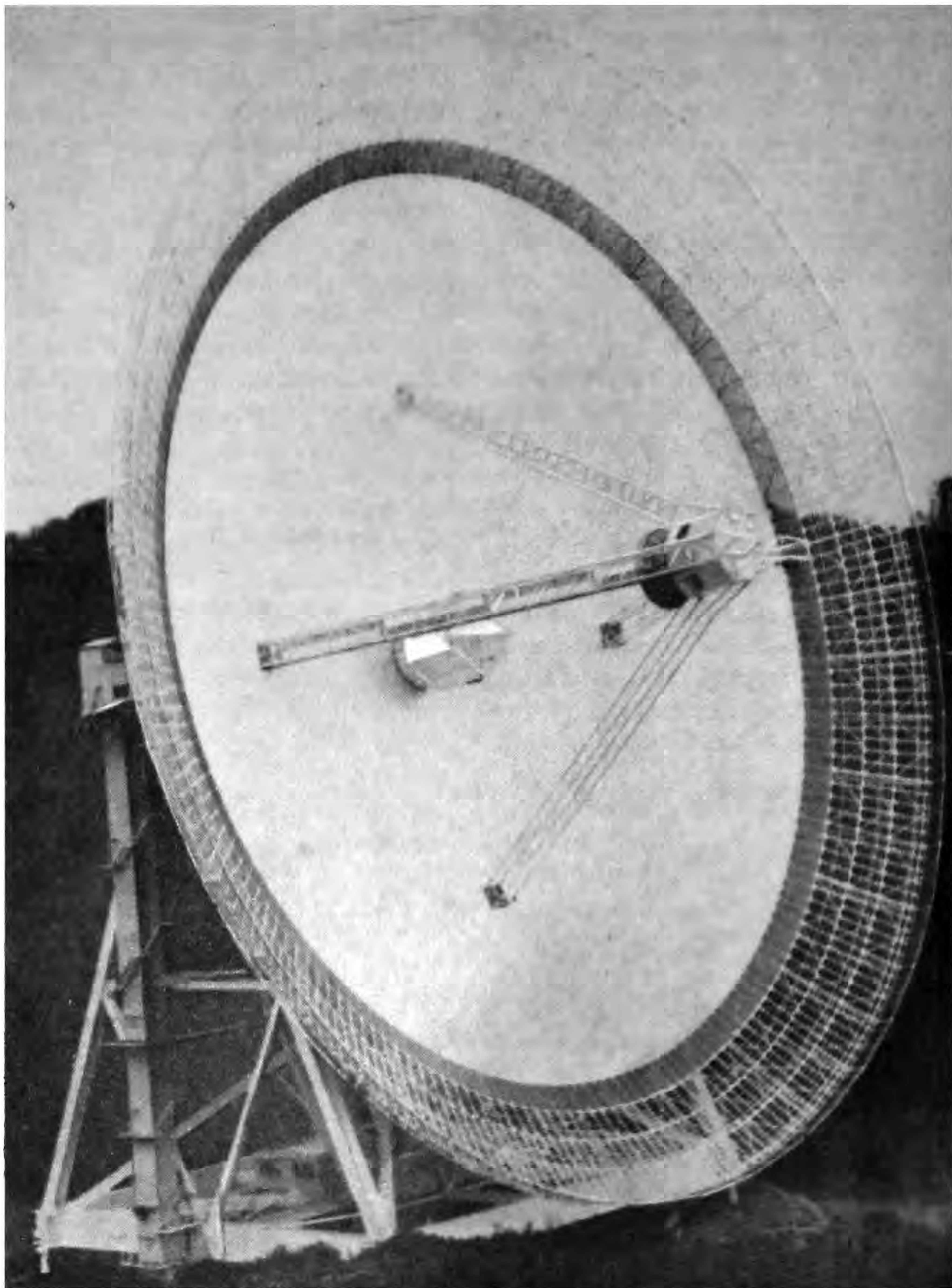
Уже эти первые отождествления выявили два класса космических источников радиоизлучения. Во-первых, галактические объекты, аналогичные Крабовидной туманности, — остатки вспышек сверхновых звезд (Земля и Вселенная, 1981, № 4, с. 15—21; № 5, с. 32—37.—Ред.). Во-вторых, отдельные галактики, причем далеко не все. Например, поток радиоизлучения от М 31, как показали наблюдения, выполненные через несколько лет в Англии, примерно в 10 раз

меньше, чем от NGC 4486 (другое обозначение — М 87), в то время как поток оптического излучения от последней почти в 100 раз меньше, чем от М 31. Сразу же стало ясно, что отношение мощностей радио- и оптического излучений меняется для разных галактик в огромных пределах. Галактики с аномально мощным радиоизлучением стали называться «радиогалактиками». Это название удержалось и в наши дни.

Возросшая точность радиоастрономических наблюдений, повышавшаяся благодаря широкому применению интерференционной методики, позволила определить координаты ярчайшего радиоисточника Лебедь А. Это дало возможность выдающимся американским астрономам В. Бааде и Р. Минковскому отождествить указанный источник со слабым оптическим объектом 17-й величины. Длины волн спектральных линий этого объекта оказались сильно смещенными. Соответствующая (согласно эффекту Доплера) скорость по лучу зрения составила около 16 000 км/с, что явно указывало на внегалактическую природу объекта. Но тогда из закона Хаббла следует, что этот внегалактический источник отдален от нас на неподдающееся воображению расстояние — около 250 Мпк (примерно в 300 раз дальше, чем М 31). Между тем поток радиоизлучения от Лебеда А в сотню раз больше, чем от М 31. С таким грандиозным явлением во Вселенной астрономы еще не сталкивались.

Мощность радиоизлучения галактики Лебедь А можно проиллюстрировать следующим образом. Расстояние до галактики около 750 млн. световых лет, а до Солнца — около 8 световых минут. Между тем наблюдаемые на Земле потоки радиоизлучения от этих объектов на метровых волнах почти одинаковы, а ведь поток излучения пропорционален его мощности и обратно пропорционален квадрату расстояния! Простой расчет показывает, что мощность радиоизлучения Лебеда А в 10^{28} раз превосходит мощность солнечного радиоизлучения!

После открытия первых радиогалактик прошло свыше 30 лет. За это

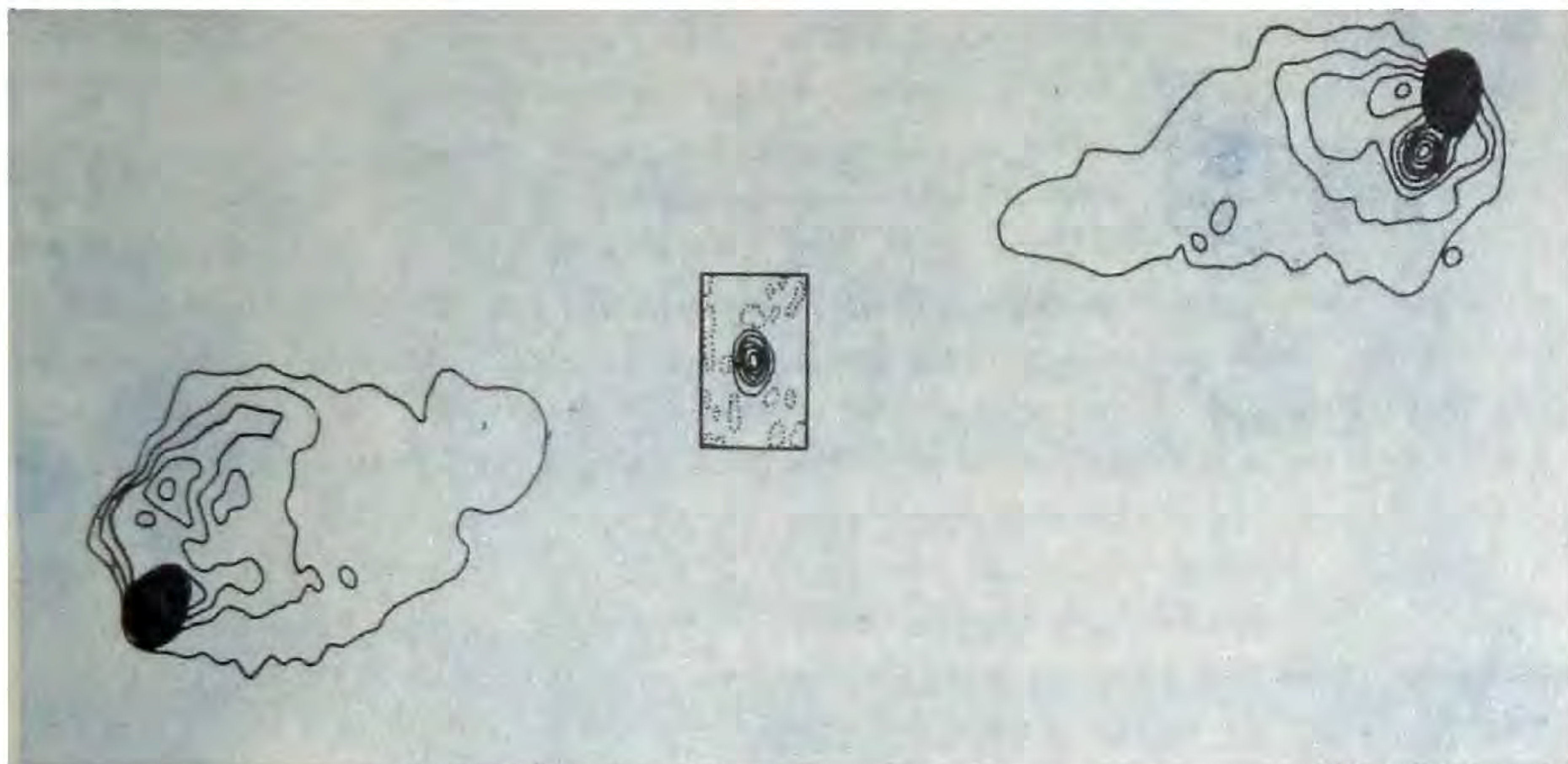


Радиотелескоп с зеркалом диаметром 100 м, установленный близ Бонна (ФРГ). На этом инструменте исследовано большое количество слабых радиогалактик

время чувствительность радиотелескопов возросла в огромной степени. На сантиметровых волнах радиотелескопы с диаметром зеркала 100 м и больше способны обнаружить галактики, поток радиоизлучения от которых в миллион раз меньше, чем от

Лебеда А. Соответственно число известных радиогалактик сейчас достигло многих миллионов. Это, конечно, не означает, что все они исследованы, — их слишком много.

Развитие радиоинтерференционной техники резко повысило разрешающую способность радиотелескопов. Поначалу низкая разрешающая способность была их основным недостатком. Это обстоятельство казалось неизбежным следствием больших длин волн и невозможностью построить приемную антенну сколь угодно большого размера. Из-за низкой разреша-



ющей способности долго не удавалось изучить структуру даже протяженных (угловой размер в несколько градусов) космических радиоисточников. Но уже в 1953 году разрешающая способность радиоинтерферометров достигла нескольких секунд дуги! И сразу же изучение структуры самых ярких источников принесло неожиданные результаты: Лебедь А состоит из **двух** компонентов, симметрично расположенных по обе стороны оптической галактики, с которой он был отождествлен. Угловое расстоя-

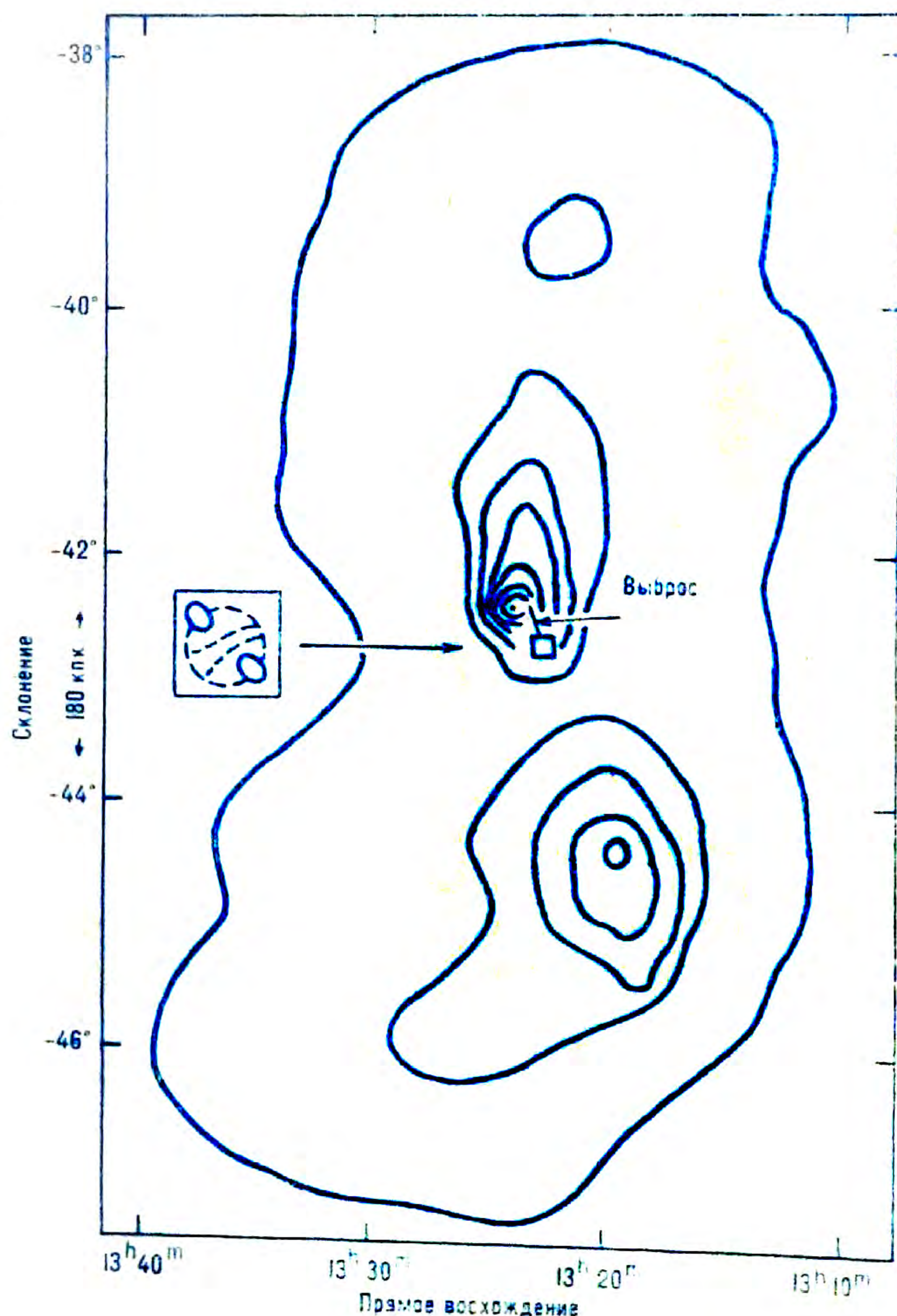
Фотография сфероидальной галактики NGC 5128 (слева) и радиокарта связанного с ней двойного радиоисточника



Радиокарта источника Лебедь А, состоящего из двух радиокомпонентов

ние между центрами компонентов около $90''$. Если Лебедь А отдален от нас на 750 млн. световых лет, то линейное расстояние между его компонентами около 300 000 световых лет, а линейные размеры каждого компонента порядка 100 000 световых лет.

К 1969 году с помощью более совершенных радиотелескопов и интерферометров была детально исследована структура 500 радиогалактик. У 75% из этих радиогалактик обнаружена **двойная структура**, между тем как оставшиеся 25% демонстрируют яркую конденсацию (ядро), окруженную довольно протяженной «коронной», или «галой». Заметим, однако, что многие источники, наблюдаемые как одиночные, на самом деле могут быть двойными, но только ориентированными по отношению к наблюдателю своими «торцами». Поэтому





двойственность метagalактических источников, сочетающаяся с более или менее симметричным положением компонентов по отношению к оптической галактике, с которой они отождествляются,— характерная особенность радиогалактик.

Ближайшая к нам радиогалактика NGC 5128, находящаяся в южном созвездии Центавра, отдалена от нас примерно на 5 Мпк (15 млн. световых лет). На фотографии этой сфероидальной галактики выделяется широкая экваториальная полоса поглощающей свет пылевой материи. Радиоисточник, связанный с NGC 5128, состоит, подобно Лебедю А, из двух компонентов, центры которых лежат далеко за пределами оптической галактики. Этот источник имеет огромную протяженность — около 10° , следовательно, его линейные размеры около 1 Мпк. В пределах оптической галактики NGC 5128 расположен компактный и значительно более яркий двойной радиоисточник. Расстояние между его компонентами около $5'$, а угловые размеры каждого компонента порядка $3'$. Весьма характерно, что линия, соединяющая центры этих компонентов, приблизительно совпадает с осью вытянутости протяженного источника. Наконец, в самом центре NGC 5128 находится «точечный» источник радиоизлучения.

Как показали исследования, выполненные в течение последних десяти лет, точечные радиоисточники (как правило, переменные) обычно наблюдаются в центре гигантских сфероидальных систем, одновременно являющихся радиогалактиками. Переменность точечного радиоисточника обнаружена и у галактики NGC 5128.

Часто точечный источник связан «мостом» с отдаленными от центра галактики радиокомпонентами. Такая картина отчетливо видна на радиокарте источника Лебедь А. Наличие «активных» сверхкомпактных источников в области ядер радиогалактик и «мостов» свидетельствует о том, что протяженные облака двойного радиоисточника либо каким-то образом «выброшены» из ядра, либо «питаются» его активностью.

Вот уже почти сорок лет известна довольно многочисленная (около 1% общего количества) группа спиральных галактик, названных сейфертовскими. В их ядрах наблюдаются широкие эмиссионные линии водорода, гелия и распространенных тяжелых элементов, а также непрерывный спектр. Мощность излучения ядер сейфертовских галактик меняется со временем, что указывает на происходящие там грандиозные процессы. Другими словами, ядра сейфертовских галактик, в отличие от ядер обычных спиралей, имеют высокую активность. Эти ядра — источник довольно мощного радиоизлучения. Однако двойные протяженные радиоисточники, связанные с сейфертовскими галактиками, никогда не наблюдались, хотя в их центральных областях обнаружены двойные радиоструктуры. По-видимому, двойные радиоисточники, симметрично расположенные по обе стороны от ядра, образуются в эллиптических галактиках, в то время как у спиральных галактик (к которым принадлежат сейфертовские) вокруг активных ядер формируется более или менее компактный источник.

Никакого прогресса в радиоастрономии (в частности, метagalактической) не было бы, если бы не удалось понять механизм радиоизлучения космических источников. Теоретики, прежде всего советские, доказали, что нетепловое радиоизлучение этих источников вызвано космическими лучами, точнее, электронами сверхвысоких энергий, входящими в состав космических лучей. Такие релятивистские электроны, двигаясь в слабых магнитных полях, генерируют радиоволны различных частот. Как следует из теории, это синхротронное

излучение сильно поляризовано. Были получены формулы, позволяющие по измеренной интенсивности радиоизлучения найти плотность энергии релятивистских частиц и напряженность магнитного поля в источниках. Таким образом, стало постепенно проясняться, что протяженные компоненты радиоизлучения источников, связанных с радиогалактиками, суть намагниченные облака чрезвычайно разреженного газа, «набитые» космическими лучами.

Обычное значение напряженности магнитных полей в космических источниках 10^{-4} — 10^{-6} Гс. При расчетах, как правило, принимается, что в источниках плотность магнитной энергии равна плотности энергии релятивистских частиц (космических лучей). Это естественное условие, конечно, не обязательно, но оно дает минимальную полную энергию частиц и полей, заключенных в источнике. Тем более интересно, что минимальная энергия зачастую исключительно велика. Например, в таких источниках, как Лебедь А, полная энергия составляет 10^{60} эрг, что в несколько раз превышает гравитационную энергию связи всех звезд в гигантской радиогалактике! Перед астрономией вот уже свыше десяти лет стоит вопрос: откуда эта энергия берется? Все говорит о том, что энергия генерируется в ничтожной по размерам (в десятки раз меньше светового года!) области ядер радиогалактик.

В большей или меньшей степени радиоизлучательной способностью обладают все галактики. В «нормальных» спиральных и неправильных галактиках основной причиной радиоизлучения являются релятивистские электроны, образующиеся при вспышках сверхновых звезд. Между тем релятивистские частицы, порождающие радиоизлучение радиогалактик, генерируются в области галактических ядер. Это — весьма специфический механизм, который никак нельзя свести к большому количеству вспышек сверхновых (хотя такие попытки в прошлом и предпринимались).

(Окончание в следующем номере)

ГАЗ И ПЫЛЬ В РАДИОГАЛАКТИКАХ

Около 10% ярких эллиптических галактик (абсолютная звездная величина меньше -21^m) — достаточно сильные источники радиоизлучения. Но только у некоторых из них, называемых радиогалактиками, излучение в радиодиапазоне примерно такое же, а иногда больше, чем в оптической области спектра. Почему одни эллиптические галактики — мощные источники радиоволн, а другие — нет?

Уже давно астрономы наблюдают широкую газопопылевую полосу в радиогалактике Центавр А (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 26—30. — *Ред.*). Сейчас такие полосы обнаружены у всех близких радиогалактик. Газопопылевые полосы располагаются преимущественно вдоль большой или малой оси галактики. Это свидетельствует о том, что радиогалактики представляют собой трехосные эллипсоиды вращения, которые могут вращаться как вокруг большой, так и вокруг малой осей (*Astronomy and Astrophysics*, 1979, 73, L1). У исследованных радиогалактик обширные радиоизлучающие области тянутся в направлении, составляющем с попылевой полосой угол больше 50° , то есть радиовыбросы распространяются в направлении, близком к оси вращения радиогалактики.

Масса газа и пыли в наблюдаемых полосах около радиогалактик оценивается в 10^9 солнечных. Как могло сохраниться такое огромное количество пыли и газа в старых эллипсоидальных системах?

Пока газопопылевая полоса была известна лишь у радиогалактики Центавр А, этот феномен объясняли случайным захватом гигантской эллипсоидальной системой спиральной галактики, проходившей вблизи. Сейчас предлагаются другие механизмы формирования газопопылевых полос вокруг эллипсоидальных систем. Одни исследователи считают, что полоса состоит из первичного бедного металлами газа, оставшегося от периода образования галактики. По мнению других, если галактика находится в центральной области



скопления, на нее может оседать газ из межгалактической среды. Третьи исследователи полагают, что газопопылевая полоса образуется за счет сброса оболочек звездами самой галактики. Возможно также, что газ перетекает на массивную эллиптическую галактику с соседней богатой газом спиральной системы. Такие примеры уже известны.

Дальнейшие наблюдения помогут узнать, как попадают газ и пыль в окрестности эллиптических галактик. Именно наличием мощных газопопылевых полос в эллиптических галактиках некоторые исследователи склонны объяснять их способность становиться радиогалактиками.

Кандидат физико-математических наук
Б. В. КОМБЕРГ

АЛМАЗЫ В ОБОЛОЧКАХ УРАНА И НЕПТУНА?

Многие современные модели внутреннего строения Урана и Нептуна предполагают, что эти планеты имеют небольшое скалистое ядро, протяженную «ледяную» оболочку, которая состоит главным образом из воды, метана и аммиака, а также внешний слой, близкий по химическому составу к солнечному и содержащий в основном водород и гелий. Давление и температура на внутренней границе ледяного слоя близки к 6 Мбар и 7000 К, а на внешней — к 200 кбар и 2200 К.

Марвин Росс из Ливерморской национальной лаборатории (США) заметил, что, как следует из экспериментов по ударному сжатию и из теоретических исследований, в этих условиях вода и аммиак должны быть почти полностью ионизированы, а метан — пиролизирован до угле-

рода, вероятно, металлизированного или образующего кристаллы алмаза.

По мнению Росса, существование проводящей оболочки может оказаться важным для объяснения магнитного поля Урана и Нептуна, если оно у них есть.

Nature, 1981, 292, 5822.

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ОБЫЧНЫХ ЗВЕЗД

Приборы орбитальной обсерватории имени Эйнштейна зарегистрировали рентгеновское излучение Сириуса, Капеллы, α Центавра и многих других звезд. Изучив 69 звезд спектральных классов от О до М, астрофизики попытались выяснить, зависит ли рентгеновская светимость от каких-либо параметров звезд. Оказалось, что рентгеновское излучение звезд ранних спектральных классов О и В составляет 10^{-7} полного излучения звезды. Это справедливо для гигантов, сверхгигантов и звезд главной последовательности. Рентгеновское излучение звезд поздних спектральных классов от G до М не связано с их полной светимостью, но сильно зависит от экваториальной скорости вращения. Чем быстрее вращается звезда, тем ярче она в рентгеновском диапазоне.

Обнаруженные закономерности позволяют сделать важные выводы о механизме нагрева звездных корон. Если плазма звездных корон, как считалось раньше, нагревается звуковыми волнами, то рентгеновское излучение не должно зависеть от вращения. По-видимому, у звезд поздних классов короны нагреваются за счет диссипации магнитных полей, которые генерируются динамо-механизмом. Его действие обусловлено именно вращением. Но если бы энергия вращения просто переходила в энергию магнитного поля, звезда уже через 10^8 лет перестала бы вращаться. Таким образом, вращение лишь «посредник» при перекачке энергии тепловых и турбулентных движений в энергию магнитного поля.

Astrophysical Journal, 1981, 248, 1.

Пилотируемые полеты на «Салюте-6» по программе «Интеркосмос»



29 сентября 1981 года исполнилось четыре года успешной работы орбитальной научной станции «Салют-6». В этот день к 13 часам московского времени она совершила 23030 витков вокруг Земли. За указанный период на станции успешно выполнили программу научных исследований пять основных экспедиций и 11 экспедиций посещения. Время функционирования станции в пилотируемом режиме составило 676 суток. Осуществлено 35 стыковок с пилотируемыми и автоматическими космическими аппаратами, трижды космонавты выходили в открытый космос.

Экипажи станции выполнили обширную программу исследований и экспериментов, получили ценную информацию, которая находит применение в различных областях науки и техники.

Значительное место в работах, проведенных на станции «Салют-6», заняли эксперименты и исследования, осуществленные в пилотируемых полетах по программе «Интеркосмос». В них принимали активное участие и основные экипажи, работавшие на станции длительное время (Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко; В. В. Коваленок, А. С. Иванченков; В. А. Ляхов, В. В. Рюмин; Л. И. Попов, В. В. Рюмин; В. В. Коваленок, В. П. Савиных), и экипажи посещения: А. А. Губарев, В. Ремек (ЧССР), «Союз-28», 3.III — 10.III.1978; П. И. Климук, М. Гермашевский (ПНР), «Союз-30», 27.VI — 5.VII.1978; В. Ф. Быковский, З. Йен (ГДР), «Союз-31», 26.VIII — 3.IX.1978; Н. Н. Рукавишников, Г. Иванов (НРБ), «Союз-33», 10.IV — 12.IV.1979; В. Н. Кубасов, Б. Фаркаш (ВНР), «Союз-36», 27.V — 3.VI.1980; В. В. Горбатко, Фам Туан (СРВ), «Союз-37», 23.VII — 31.VIII.1980; Ю. В. Романенко, Арнальдо Т. Мендес (Куба), «Союз-38», 18.IX — 26.IX.1980; В. А. Джанибеков, Ж. Гуррагча (МНР), «Союз-39», 22.III — 30.III.1981; Л. И. Попов, Д. Прунариу (СРР), «Союз-40», 14.V — 22.V.1981.

В публикуемых ниже статьях, приуроченных ко **Дню космонавтики**, ученые рассказывают о четырех основных направлениях исследований, которые проводились во время пилотируемых полетов по программе «Интеркосмос».



Кандидат физико-математических наук

В. М. БАЛЕБАНОВ

Кандидат физико-математических наук

А. В. ЗАХАРОВ

Космическая физика

Пилотируемые полеты по программе «Интеркосмос» стали логическим продолжением этой программы, начатой в конце 60-х годов. В проводимых исследованиях немалая роль была отведена космической физике. За минувшие годы работа в данной области велась более чем на 20 спутниках серии «Интеркосмос», десяти ракетах «Вертикаль», а также на нескольких спутниках «Прогноз», запущенных по советской национальной программе. Основные направления экспериментов — изучение физических процессов в ионосфере, магнитосфере Земли, межпланетном пространстве, изучение Солнца и солнечной активности, космических лучей.

Внесение измерительного зонда в среду, свойства которой предстоит исследовать, — один из основных методов исследований в области космической физики. Но сразу возникает множество ограничений, а именно: такие аппараты должны быть электрически нейтральными, немагнитными, дабы не менять электромагнитные характеристики окружающей среды, не выделять газы, не излучать волны во время волновых и плазменных измерений, иметь минимальные размеры. Указанным требованиям наилучшим образом удовлетворяют небольшие автоматические спутники Земли (типа спутников «Интеркосмос») и зонды, вылетающие в межпланетное пространство (аппараты типа «Прогноз»). Но есть физические явления, которые невозможно исследовать, используя только малые автоматические спутники. Это изучение далеких астрономических объектов в широком диапазоне длин

волн, высокоэнергичной составляющей галактических космических лучей. Вот тогда-то на орбиту выводят либо многотонные автоматические аппараты, либо пилотируемые космические корабли. И еще: для того, чтобы впоследствии создать оптимальный автоматический прибор, проведение первых экспериментов желательно доверить человеку. В таких случаях на пилотируемой станции работает космонавт-исследователь.

Значительное место в пилотируемой части программы «Интеркосмос» заняло изучение оптических явлений в верхней атмосфере — полярных сияний, среднеширотных красных дуг, экваториальных свечений.

ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ

Полярные сияния охватывают целый комплекс магнитосферных и геофизических явлений. Одно из них — видимое глазом свечение верхних слоев атмосферы в полярных областях, которое возникает, когда из магнитосферы Земли в атмосферу и ионосферу проникают энергичные заряженные частицы.

Оптические свечения атмосферы можно наблюдать и на низких широтах. В частности, немалый интерес представляют свечения верхней атмосферы в районе экватора. Они связаны со значительным понижением концентрации плазмы (ионосферными неоднородностями) над геомагнитным экватором.

В средних широтах наблюдается другой класс атмосферных свечений — «стабильные авроральные дуги». Исследования с помощью спутников «Интеркосмос-2, -8, -12» по-

зволили получить сведения о распределении экваториальных и среднеширотных неоднородностей в ионосферной плазме. Но полученных из космоса данных об оптических явлениях в ионосфере пока еще очень мало.

Во время сильных геомагнитных возмущений и магнитных бурь, сопровождающихся сияниями, может нарушаться радиосвязь, появляются помехи в радиолокационных системах, в телеграфных и телефонных сетях. Поэтому изучение явлений, связанных с атмосферными сияниями, имеет большую практическую ценность — для возможного прогнозирования таких помех, выяснения их природы и характеристик.

Основной материал в ходе исследования оптических излучений верхней атмосферы и, в частности, полярных сияний дали наземные визуальные и фотографические наблюдения. Но наблюдатель с Земли способен видеть лишь небольшую часть полярных сияний, тех, которые концентрируются в овальных зонах вокруг магнитных полюсов, где слабые сияния наблюдаются практически постоянно. А вот комплексно сложные ионосферно-магнитосферные процессы удобнее всего изучать с борта пилотируемого космического корабля, поскольку визуальные наблюдения с орбитальной станции при всей своей простоте позволяют охватить взглядом заметную часть овала полярных сияний.

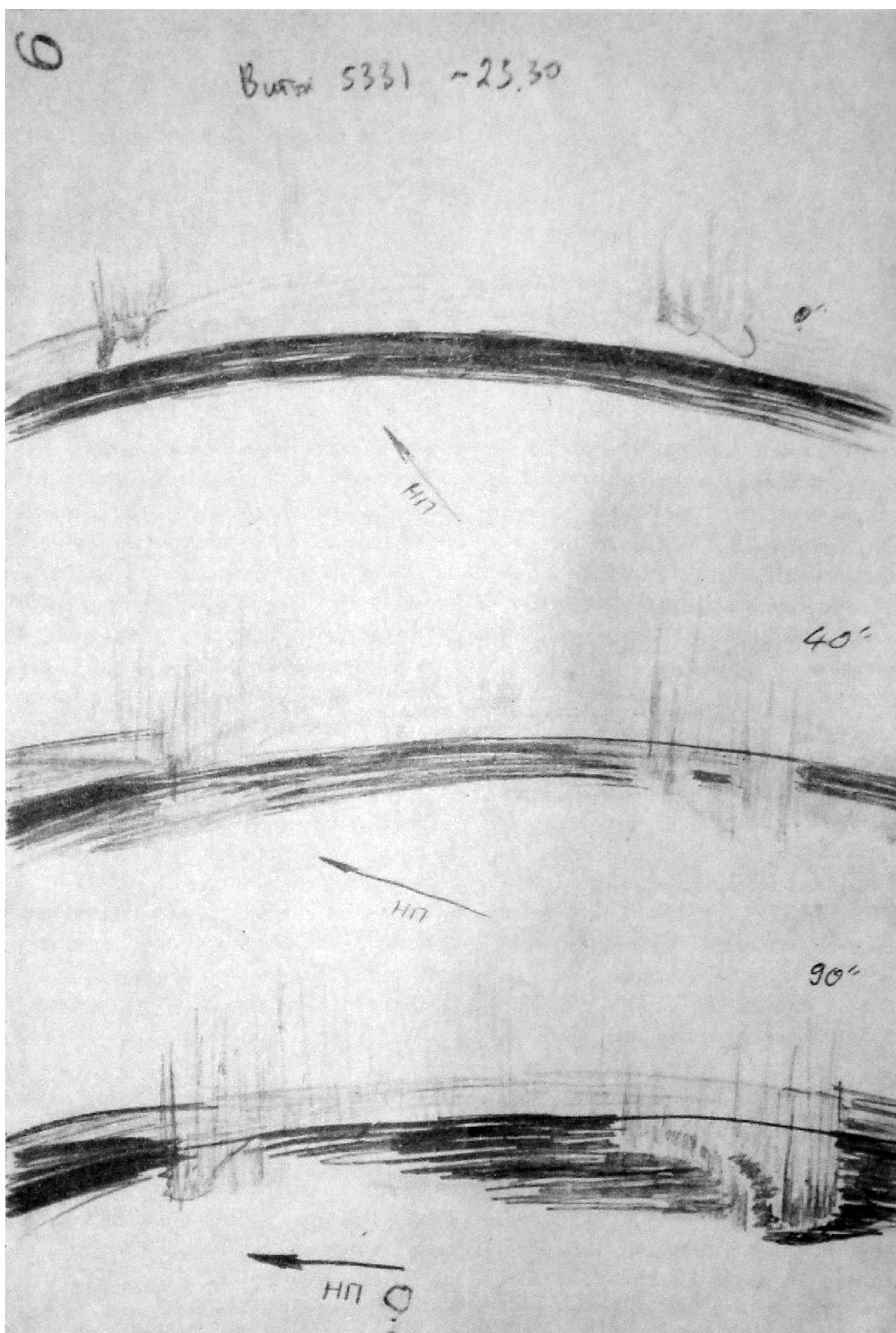
Эксперимент «Полярное сияние», проведенный на борту орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31», пилотируемого международным экипажем с участием кос-

монавта ГДР З. Йена, включал описание (в соответствии с заранее разработанной «анкетой», находящейся в боржурнале) формы полярных сияний, их цвета и интенсивности. Наблюдения сопровождались зарисовками в боржурнале и записью на диктофон. В случае неподвижных и малоподвижных сияний оценивались высоты верхней и нижней границ отдельных участков (с указанием каждой высоты на зарисовках), протяженность сияний по азимуту, а также расстояние их до орбитальной станции. Иногда отмечали перемещения сияний, оценивалась их скорость.

Характеристика сияний, данная З. Йеном, такова: обычно наблюдались диффузные формы и дуги — иногда однородные, иногда лучистые, отдельные лучи при этом меняли свое положение и высоту. Сияния имели серо-зеленый цвет. Такая оценка показывает, что яркость сияний не превышала 2 балла (сияние в 1 балл соответствует яркости, примерно равной яркости Млечного Пути; а вот в сияниях в 3 балла уже различаются многие цвета).

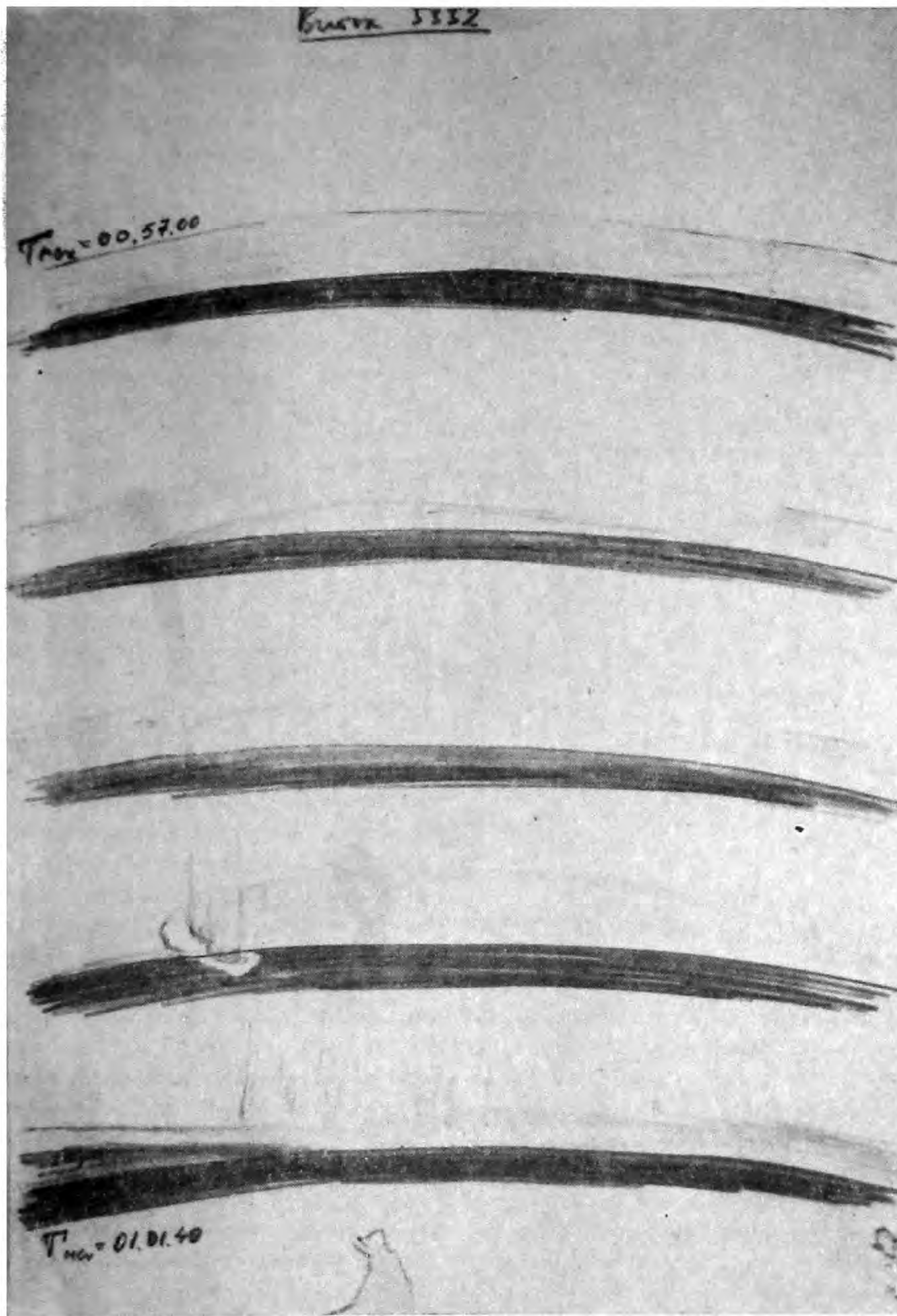
1 и 2 сентября 1978 года космонавты зафиксировали полярные сияния над Австралией. В этом районе земного шара наилучшие условия наблюдений овала полярных сияний в конце августа — начале сентября 1978 года приходились на ранние утренние часы. В это время обычно однородные формы сияний сменялись слабыми лучистыми дугами и связками лучей. Зарисовки в бортовом журнале полностью соответствовали существующим представлениям.

После полета З. Йена сообщения о наблюдении сияний со станции «Салют-6» поступали неоднократно. Обычно это были спокойные сияния, видимые у горизонта. Но когда станция попадала внутрь сияний, становились различимыми тонкие детали, а также многообразие цветов (сообщения А. С. Иванченкова в 1978 году). Полет внутри сияния способен дать много сведений о тонкой структуре отдельных форм сияния, о диаметрах и мерцании лучей и расстояниях между ними, о степени их одно-



родности, наличия в них отдельных струй, об изменении цвета. Специалисты смогут изучить характер взаимодействия частиц, вторгающихся из магнитосферы, с верхней атмосферой Земли. Регулярные визуальные наблюдения атмосферных сияний только начались, и можно быть уверенным, что они внесут существенный вклад в понимание процессов, происходящих в магнитосфере Земли.

Зарисовки полярных сияний, сделанные 1 и 2 сентября 1978 года на 5331 и 5332 витках станции «Салют-6» во время совместного космического полета космонавтов СССР и ГДР



ИССЛЕДУЕТ «ДУГА»

Другой метод исследований оптических эмиссий в верхней атмосфере Земли с борта пилотируемой орбитальной станции — электрофотометрические измерения свечения верхней атмосферы, а также поиски среднеширотных красных дуг. Эти исследования были выполнены с помощью электрофотометра «Дуга», созданного в НРБ для программы научных ис-

следований с участием болгарского космонавта. Эксперименты с аппаратурой «Дуга» продолжил советско-вьетнамский экипаж.

«Дуга» состоит из двух блоков: оптико-механического и блока регистрации данных (с цифровым магнитофоном). Основные элементы оптико-механического блока — оптический телескоп, диспергирующая (рассеивающая) система и оптико-электронный преобразователь. Дис-

пергирующая система разработана на базе четырех качающихся светофильтров. Прибор измеряет интенсивность эмиссий с длиной волны 6300, 5577, 4278 и 6563 Å. Для оптических наблюдений в электрофотометре использован менисковый телескоп-рефлектор системы Кассегрена. Параллельно оптической оси телескопа расположен визир, позволяющий космонавту-оператору наводить прибор на исследуемое явление. С помощью фланца прибор крепился к иллюминатору станции.

Одним из основных экспериментов, выполненных на орбитальной станции с прибором «Дуга», был эксперимент «Экватор». В нем исследовали экваториальные оптические явления в ионосфере для выяснения их физической природы. Прибор зарегистрировал экваториальные дуги. Их интенсивность в десятки раз выше, нежели вне экваториальной области. Самая яркая эмиссия в дугах — красная кислородная линия с длиной волны 6300 Å. Кроме красной линии обнаружено также свечение зеленой линии с длиной волны 5577 Å. Интенсивность ее излучения всегда в 4—6 раз меньше, чем красной. Эмиссии с длиной волны 4278 и 6563 Å не регистрировали. Необходимо отметить, что линия с длиной волны 4278 Å связана с высыпанием электронов, тогда как линия с длиной волны 6563 Å — с высыпанием протонов. Следовательно, высыпавшиеся потоки электронов и протонов весьма малы и не могут объяснить экваториального свечения. Важное значение для выяснения природы красных дуг имеют результаты измерения эмиссий с длиной волны 6300 и 5577 Å. Полученное в ходе эксперимента соотношение интенсивностей в этих линиях (4—6) показывает, что свечение в данной области в основном происходит при рекомбинации молекулярных ионов кислорода. Из этого следует: экваториальные дуги возникают, когда плазма F-области движется вниз (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 42—46.—Ред.). Этот вывод — основной результат, определяющий механизм образования экваториальных свечений. Первые итоги советско-болгарских исследований уже подведены и

опубликованы в «Докладах Болгарской академии наук».

«ПОЛЯРИЗАЦИЯ», «ИЗЛУЧЕНИЕ», «АСТРО»

Другой эксперимент, основанный на визуальных наблюдениях с борта пилотируемого корабля (станции) — эксперимент «Поляризация». Эта работа выполнялась международными экипажами с участием космонавтов ГДР, ВНР, СРВ и МНР.

В эксперименте «Поляризация» изучали, как меняется поляризация солнечного света при рассеянии атмосферой и отражении от поверхности Земли. Это очень важно в атмосферной оптике для определения свойств атмосферы, при метеорологических исследованиях, выявлении природных ресурсов нашей планеты.

В отличие от поляризационных наблюдений атмосферы с поверхности Земли, проводимых уже более 70 лет, исследования из космоса имеют несравненно больший обзор. Поэтому необходимо учитывать изменение ландшафта — параллельно фотографировать наблюдаемые атмосферно-ландшафтные ситуации.

Поляризационные исследования из космоса в настоящее время находятся в стадии накопления статистического материала. Кроме того, результаты каждого эксперимента «Поляризация», выполняемого различными экипажами станции «Салют», помогают уточнить методику проведения эксперимента, а главное — способствуют улучшению конструкции прибора, который, по замыслам его создателей, сможет автоматически учитывать оптические свойства атмосферы при дистанционных исследованиях природных ресурсов Земли из космоса.

Космическим лучам были посвящены эксперименты «Излучение» и «Астро», проведенные во время полетов космонавтов МНР и СРР.

В окрестностях Земли на движение заряженных частиц космических лучей оказывает влияние магнитное поле нашей планеты. Дело заключается в том, что частицы малых энергий отклоняются этим полем и не могут достигнуть Земли. К примеру, в обла-



*Портативный поляриметр,
использовавшийся
в эксперименте «Поляризация»*

сти, где пролегает орбита станции «Салют», не могут проникнуть атомные ядра из состава первичного космического излучения с энергией порядка десятков мегаэлектронвольт на нуклон. Тем не менее во время полета американской станции «Скай-лэб» такие частицы совершенно неожиданно были обнаружены в этой области околоземного пространства. Вопрос — откуда и как они сюда попадают? — требует дальнейших опытных исследований и теоретических объяснений.

Эксперименты «Излучение» и «Астро» были нацелены главным образом на изучение атомных ядер с энергией десятки мегаэлектронвольт на нуклон. В обоих экспериментах для регистрации атомных ядер применялись диэлектрические детекторы. Тяжелые атомные ядра космического излучения, попадающие в такой детектор, на пути своего движения разрушают его структуру. Если после эксперимента детектор обработать по специальной технологии (облучение ультрафиолетовым излучением и

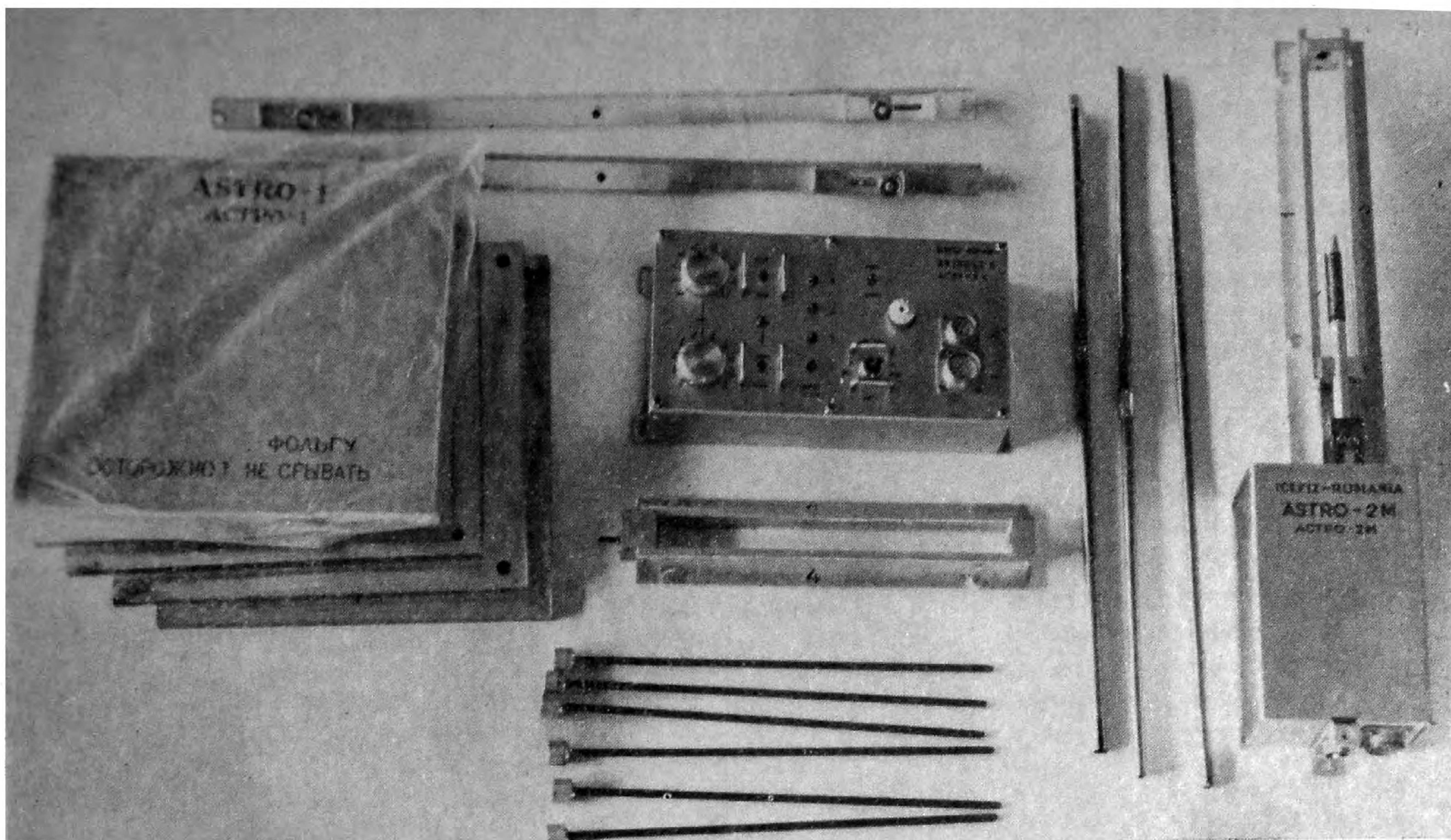
травление в растворе щелочи), то в местах прохождения заряженных частиц появляются микроскопические тоннели и воронки, параметры которых позволяют определить заряд и энергию зарегистрированных детектором ядер.

В эксперименте «Излучение» применялась комбинация разнообразных диэлектрических детекторов, основную часть которых составлял лавсан. В качестве детекторов применялись также слюда и поликарбонатные пленки. Аппаратура, созданная совместно специалистами из Института физики и техники АН МНР и Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ, состояла из двух приборов.

Один прибор с площадью регистрации $10 \times 16 \text{ см}^2$ предназначался для регистрации частиц с энергией десятки мегаэлектронвольт на нуклон. Во время полета он был выставлен в шлюзовой камере станции «Салют-6» и экспонировался в открытом космосе. Второй прибор находился внутри станции и предназначался для регистрации атомных ядер с энергией несколько сот мегаэлектронвольт на нуклон, а также для разработки методов определения времени регистрации заряженных частиц диэлектрическими детекторами. Прибор (размеры $10 \times 16 \text{ см}^2$) состоял из двух детекторов — подвижного и неподвижного. Сопоставляя следы, оставленные заряженной частицей в обоих детекторах, можно определить положение детекторов в момент регистрации и тем самым время попадания заряженной частицы в прибор.

«Астро-1» и «Астро-2», использованные в эксперименте «Астро», созданы румынскими специалистами. В качестве детекторов они содержали нитрат целлюлозы, позволяющий регистрировать ядра в более широком диапазоне зарядов. Площадь прибора «Астро-1» (во время эксперимента он был выставлен в открытом космосе) равнялась $20 \times 20 \text{ см}^2$, а площадь прибора «Астро-2», находившегося внутри станции, — $40 \times 40 \text{ см}^2$. Прибор «Астро-2» был доставлен на станцию в разобранном виде и собран космонавтами уже на борту.

Детекторы приборов, примененных



*Приборы «Астро-1» и «Астро-2»
в разобранном виде*

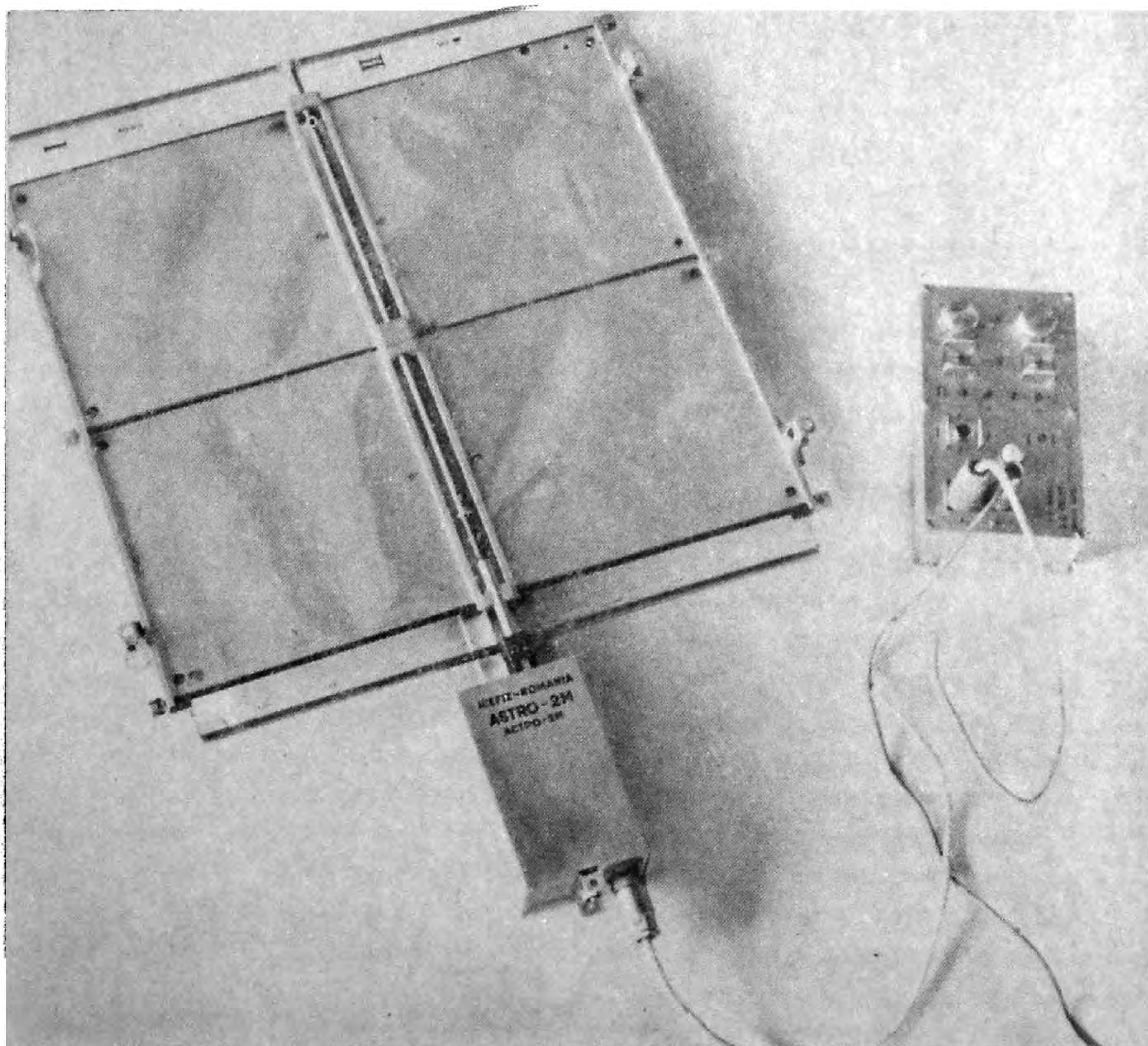
*Прибор «Астро-2»
в собранном виде*

в экспериментах «Излучение» и «Астро», возвращены на Землю, и в настоящее время в МНР, СРР и СССР ведется кропотливый просмотр детекторов с целью обнаружения зарегистрированных атомных ядер.

ГОЛОГРАФИЯ В КОСМОСЕ

Чрезвычайно интересен эксперимент «Голограмма», подготовленный советскими и кубинскими специалистами и осуществленный совместным советско-монгольским экипажем на борту орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-39» — «Союз Т-4».

От фотографии и телевизионного изображения голограмма отличается тем, что дает возможность создавать трехмерное пространственное изображение объекта. Происходит это так:



на фотопластинку одновременно с «сигнальной» волной, рассеянной объектом, направляют «опорную» волну от того же источника света. Возникающая при интерференции этих волн картина (она называется голограммой), содержащая полную информацию об объекте, фиксируется на светочувствительной поверхности. При облучении голограммы опорной волной можно увидеть объемное изображение объекта.

Задача решалась в три действия: получение голографического изображения на борту космического аппарата; передача голограмм по телевизионному каналу борт космической станции — Земля; передача голограмм по телевизионному каналу Земля — борт станции. Для этого использовалась советско-кубинская ла-

зерная голографическая установка «Свет». Она создает на фоточувствительном слое передающей телевизионной системы голографическое изображение объекта. Использовалась также телевизионная аппаратура станции «Салют-6» и Центра управления полетом. Объектами для получения голограмм служили растворяющийся в воде кристалл хлористого натрия и наружная поверхность иллюминатора орбитальной станции «Салют-6».

Результаты этого эксперимента показали, что голографические средства могут применяться в космических исследованиях, в частности передавать объемное изображение, пространственный рельеф, определять малые сдвиги и смещение деталей объектов и их вибрации, записывать

большой объем информации, осуществлять ее оптическую обработку. «Голограмма» оказалась на стыке космической физики, космической связи и прикладных технических разработок. В ее дальнейших результатах заинтересовано практически любое направление космических исследований.

Материалы экспериментов по космической физике, выполненные международными экипажами с участием космонавтов социалистических стран, детально обрабатываются и изучаются специалистами. Полученные сведения и рекомендации космонавтов-исследователей дали богатый материал для проектирования новых приборов и экспериментов, которые ждут своей реализации в следующих космических экспедициях.



Кандидат технических наук
В. В. АРХИПОВ

Кандидат технических наук
Л. А. РОНЖИН

Природные ресурсы Земли

ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одним из главных направлений пилотируемых полетов по программе «Интеркосмос» было, конечно, изучение природных ресурсов Земли. Причины следующие.

Во-первых, для дальнейшего развития народного хозяйства важно оценить возможные колебания климата, улучшить точность прогнозов погоды, предсказания землетрясений, оптимизировать наземные пути сообщения. И основное — нужно уточнить строение недр региона, выявить новые районы, перспективные для поиска полезных ископаемых.

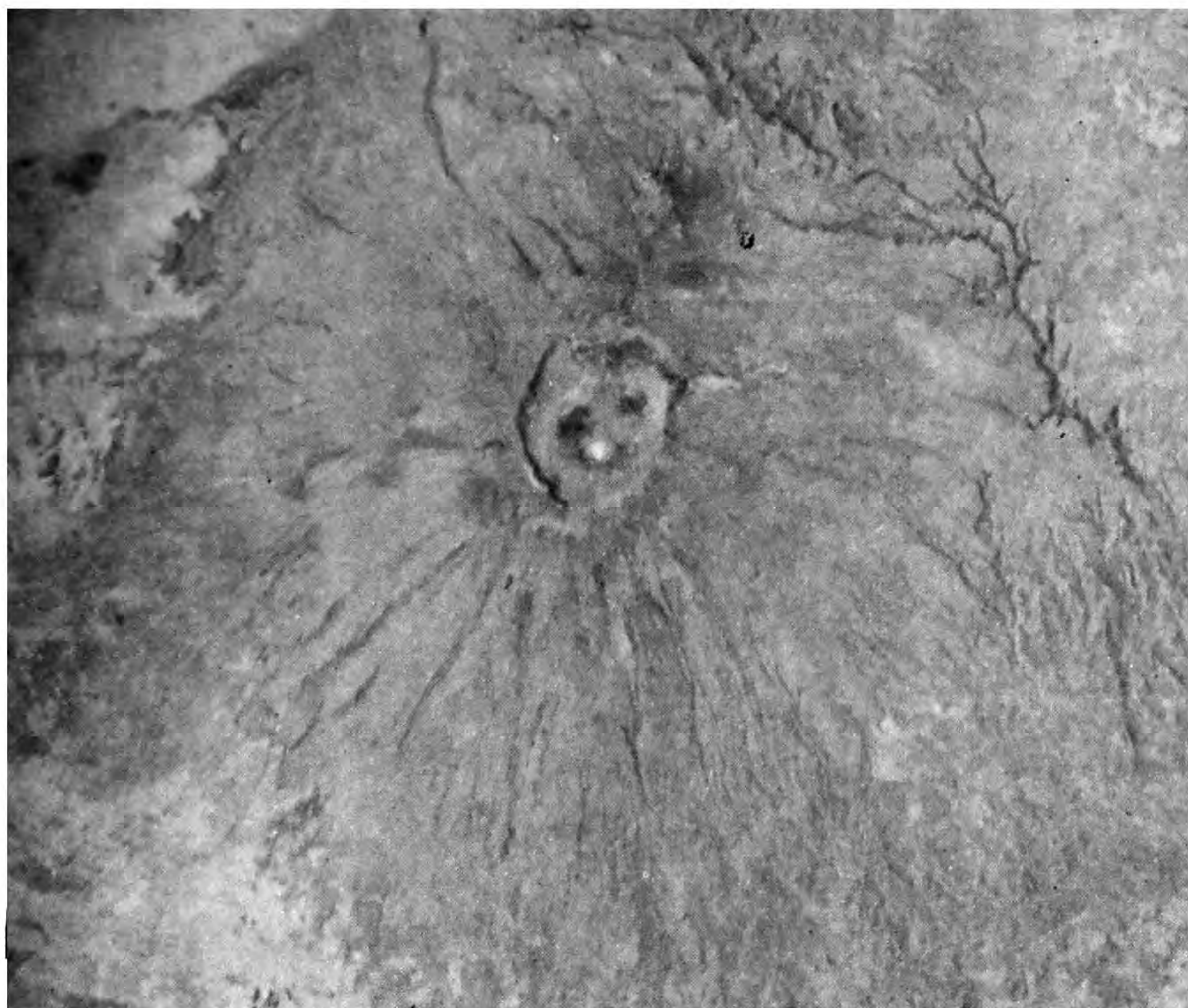
Во-вторых, если мы будем знать динамику атмосферы и океана, строение недр, то, наверное, сумеем открыть новые источники природных

ресурсов. Безусловный интерес представляет сходство элементов геологического строения Марса и Земли. На Марсе имеются аналогичные земным гигантские разломы протяженностью тысячи километров, щитовые вулканы типа высочайшей точки нагорья Тибести в Африке — потухшего вулкана Эми-Куси высотой 3415 м. Этот вулкан с помощью переносной камеры сфотографировали со станции «Салют-6» Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко. Его марсианский аналог — вулкан под названием Олимпия — возвышается над окружающей местностью на 25 км и имеет диаметр подошвы около 600 км. Те же кальдеры на вершине горы, те же борозды на склоне от лавовых потоков, сходная форма в плане. Гигантский размер вулкана можно объяснить

тем, что на Марсе пока не обнаружены признаки горизонтальных движений коры, в результате вулкан мог развиваться примерно 100 млн. лет.

Весьма схожи с земными каньоны, долины и русла предполагаемых палеорек. А вот почему эти долины исчезли, почему почти исчезла атмосфера планеты — эту важную задачу еще предстоит решить.

И наконец, в-третьих, изучение регионов из космоса поможет планированию и осуществлению международных проектов — таких, как совместная разведка и эксплуатация источников минерального сырья, биопродуктивности океана, рациональное совместное использование ресурсов рек, протекающих по территории нескольких государств (скажем, Дунай), строительство на них гидроэлектро-



*Потухший вулкан Эми-Куси
на нагорье Тибести в Африке*

станций, совместная прокладка трубопроводов и транспортных магистралей, создание атмосферных заповедников, в том числе сохранение значительных массивов леса, являющихся «легкими планеты» и источниками накопления влаги (например, лесного массива Карпат силами СССР, СРР, ЧССР, ПНР и ВНР), контроль над загрязнением атмосферы, рек, озер и океанов.

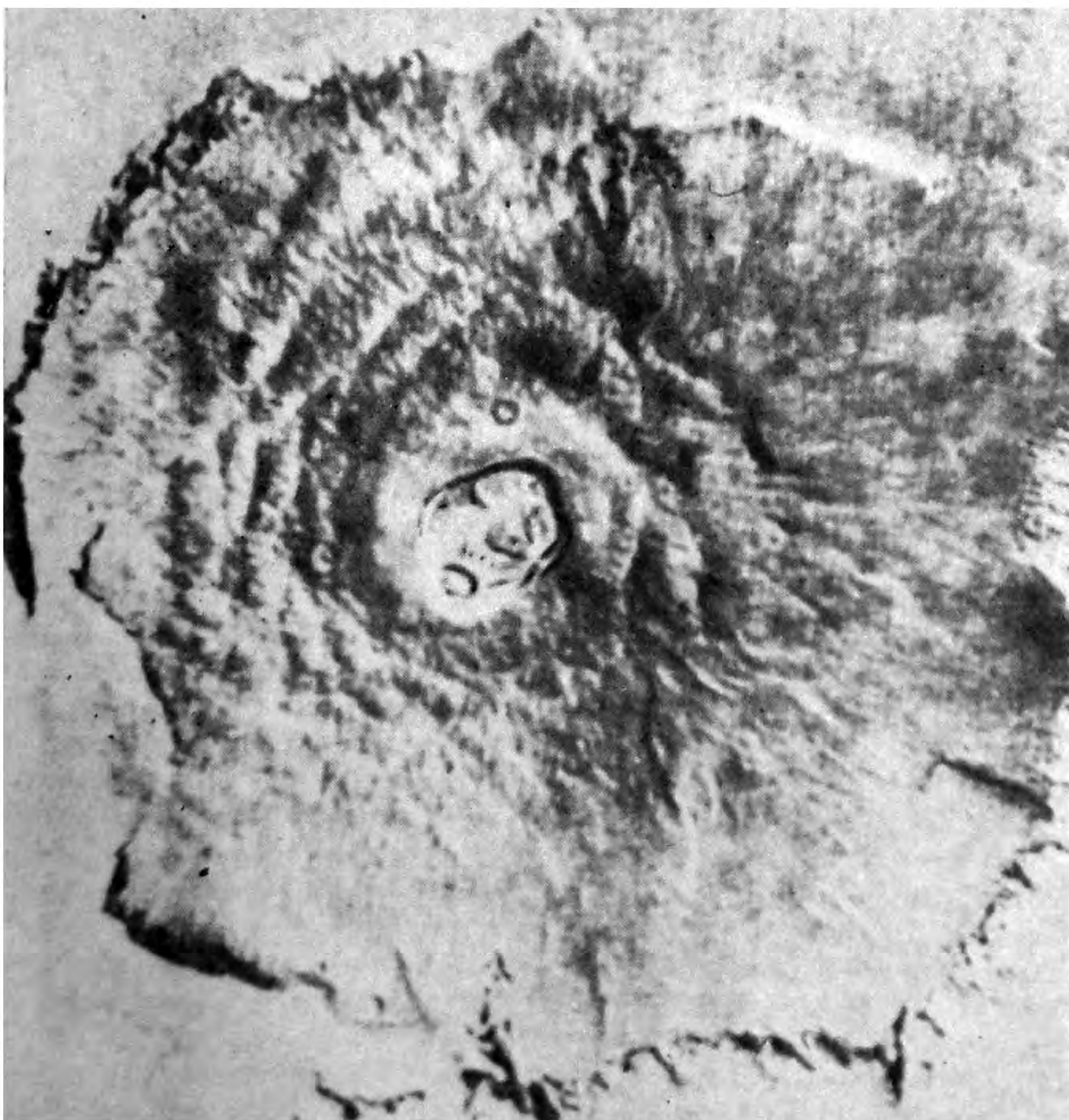
В пользу совместных наблюдений говорит и особенность космической техники, позволяющей последовательно и периодически наблюдать различные районы земной поверхности, интересующие ученых и хозяйственников стран-участниц.

КОСМИЧЕСКАЯ ФОТОТЕХНИКА

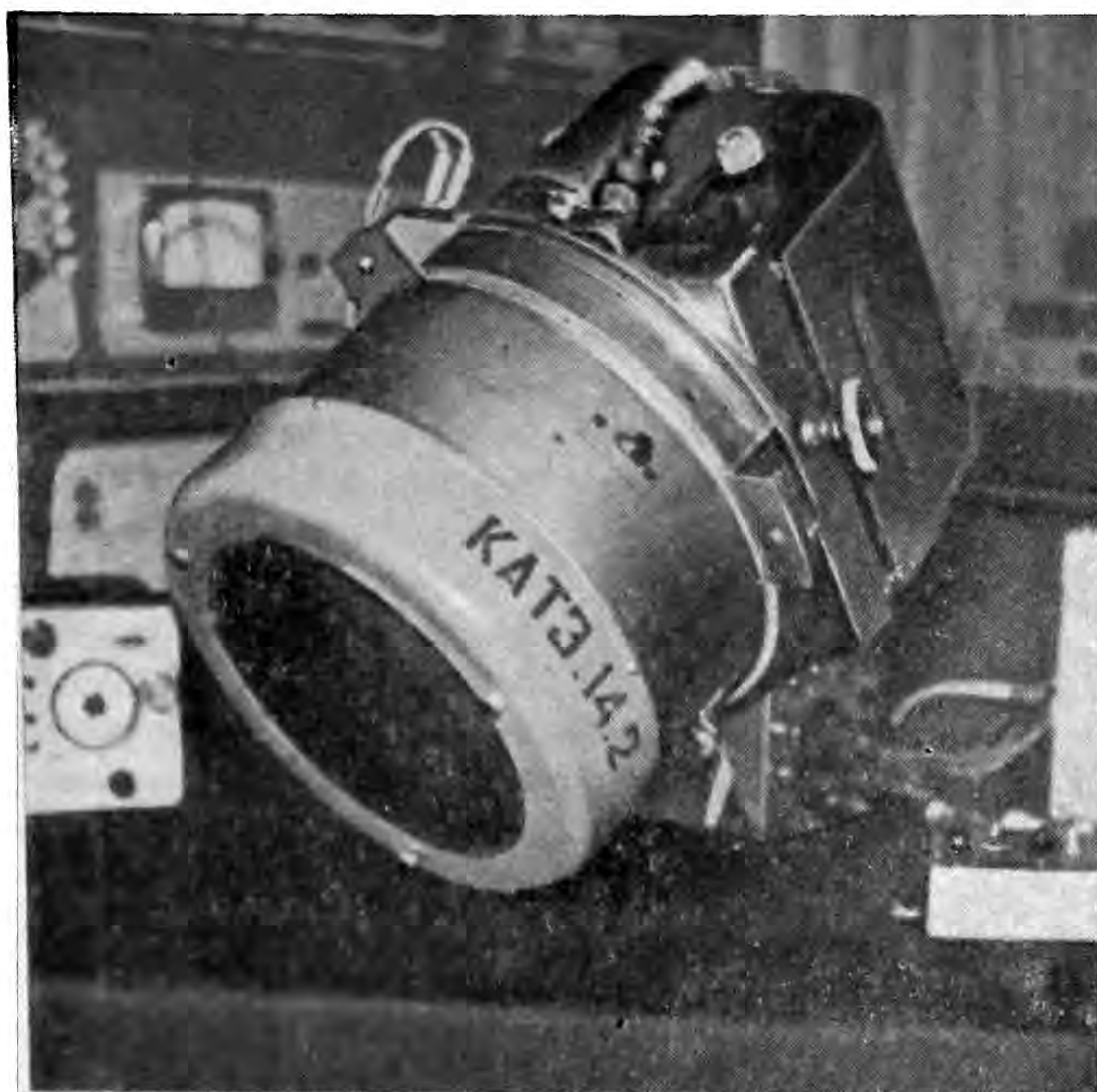
В ходе исследований природных ресурсов Земли по программе «Интеркосмос» использовали широкозахватный топографический аппарат КАТЭ-140, который с высоты орбиты пилотируемой станции фотографирует на черно-белую или спектрально-красную пленку полосу шириной свыше 400 км при разрешении на местности в десятки метров.

Для изучения более тонких характеристик природных объектов специалисты СССР и ГДР разработали многозональную систему МКФ-6М, обеспечивающую с высоты 350 км полосу захвата на местности свыше 200 км при пространственном разрешении в десятки метров (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 10—15.—Ред.).

Обе фотосистемы были установлены на борту станции «Салют-6» и включались космонавтами по командам с Земли, как правило, одновременно, чтобы обеспечить максимальную информацию об исследуемых объектах. Эксплуатация этих стационарных фотоаппаратов имеет особенности. Станцию необходимо ориентировать в пространстве так,



*Самый большой марсианский
вулкан Олимпия*



*Среднеформатный
топографический
фотоаппарат КАТЗ-140*

чтобы оптические оси аппаратов были направлены в надир, а ориентация приводит к дополнительным затратам топлива. Кроме того, станция не случайно называется многоцелевой. Разные цели исследований требуют придания станции различных положений в пространстве. В результате МКФ-6М и КАТЗ-140 могут включаться только в строго определенные моменты времени. Поэтому целесообразно использовать на борту станции и переносную, свободно ориентируемую в пространстве фотоаппаратуру. С ее помощью космонавты могут документировать проводимые ими визуальные наблюдения и исследования, осуществляемые посредством других переносных приборов.

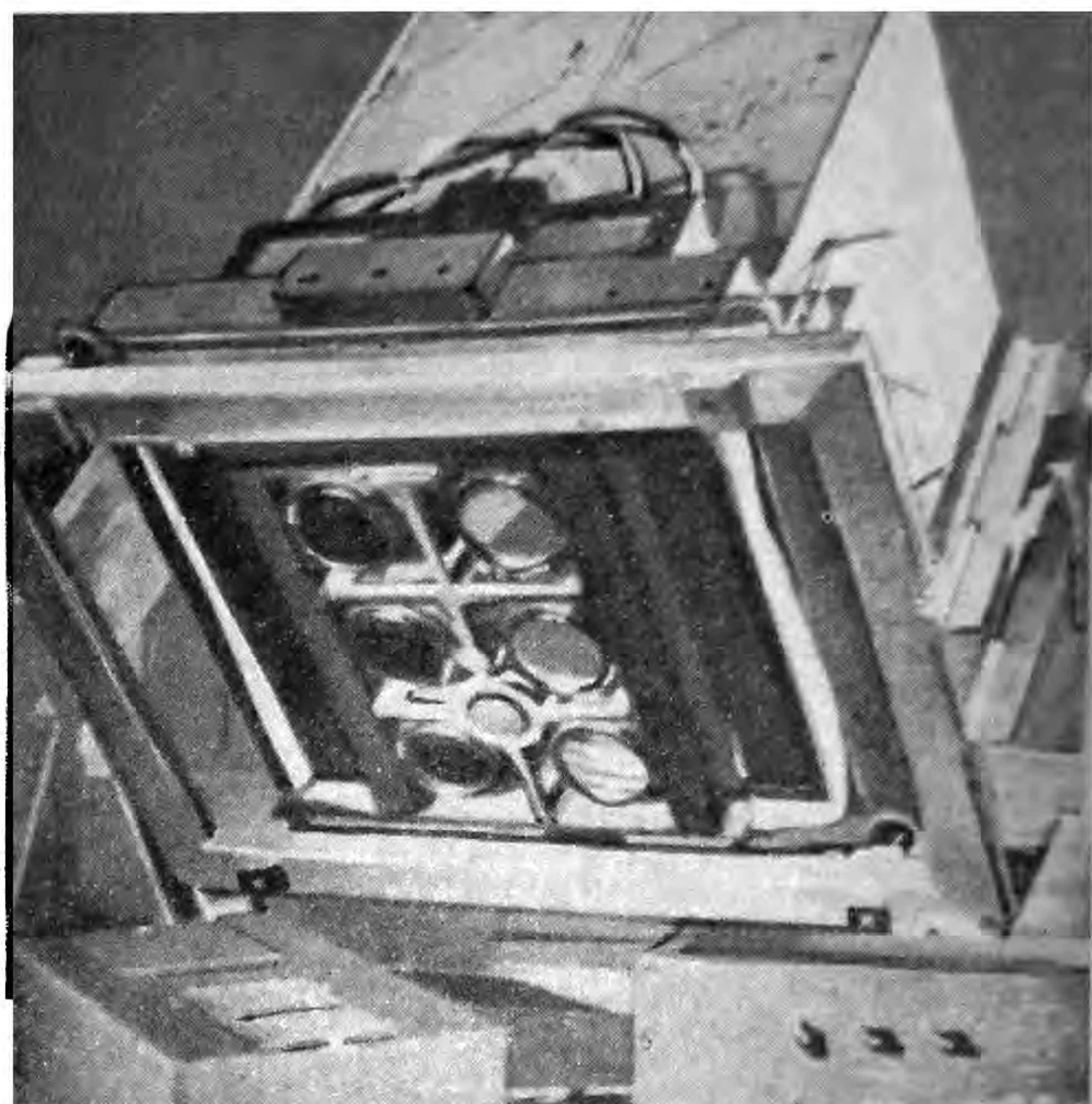
Хотя разрешение на местности при фотографировании переносными камерами хуже, чем у стационарных аппаратов, такие переносные фотокамеры позволяют через иллюминаторы станции вести фотографирование объектов, удаленных от трассы на расстояние 200—300 км и более. Часто этого оказывается достаточно,

особенно при решении оперативных задач — обнаружении и слежении за пожарами, стихийными бедствиями, скоплениями планктона в океане.

Программу визуально-инструментальных исследований, получившую, начиная с полета международного экипажа в составе В. Ф. Быковского и З. Йена, общее наименование «Биосфера», обеспечивали приборами ГДР, НРБ, ВНР (переносные фотоаппараты «Пентакон», «Практика», спектрометр «Спектр-15»).

Все экипажи трудились в тесном взаимодействии. Иначе программу выполнить бы не удалось, поскольку возможности международных экипажей за неделю пребывания в космосе ограничены баллистическими, светотеневыми и погодными условиями наблюдения всех интересующих объектов.

Первая основная экспедиция (Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко) фотографировала камерой МКФ-6М территорию ГДР, вторая основная экспедиция (В. В. Коваленок и А. С. Иванченков) и экспедиция посещения (П. И. Климук и М. Гермашевский) фотографировали территорию ВНР, ГДР и ПНР. Последующие экипажи вели стационарными камерами совместную съемку в интересах всех стран — уча-



*Многозональный космический
фотоаппарат МКФ-6*

стниц программы «Интеркосмос». Время включения аппаратуры выбиралось так, чтобы за один пролет охватить съемкой как можно больше выбранных заранее объектов.

Так же выполнялись и визуально-инструментальные исследования по программе «Биосфера». Для международных экипажей специалисты СССР и заинтересованной страны разрабатывали особые бортовые журналы, содержащие 10—15 отдельных заданий по изучению природных объектов и до нескольких десятков районов для фотографирования. Эти задания включались также и в бортовую документацию основных экипажей станции, что позволило выполнять исследования всесторонне и в полном объеме (например, фиксировать динамику и сезонные изменения характеристик объекта или явления).

Международные экипажи помогали выполнять задания друг другу. Так, фотографирование объектов в интересах ГДР было включено в бортовые журналы советско-кубинского и советско-монгольского экипажей, а

советско-венгерский экипаж проводил съемку территории Кубы. Многие экипажи использовали болгарский прибор «Спектр-15».

Взаимопомощь осуществлялась и во время наземных и самолетных экспериментов, синхронных с космическими. Так, например, в осуществлении программы «Гоби — Хангай-81» на территории МНР участвовали ученые СССР, ГДР и НРБ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Наибольшее внимание все страны-участницы проявили к проблеме геологического строения недр и шельфа, поиску полезных ископаемых, потенциальным источникам землетрясений и вулканизму. Этим вопросам было посвящено более половины всех поставленных перед международными экипажами заданий. Как

известно, вероятность обнаружения многих видов минерального сырья резко возрастает в местах нарушений, неоднородности земной коры, поскольку здесь облегчается выход внутренних расплавов и газов.

Фрагмент Таласо-Ферганского разлома в районе города Джамбул





*Кольцевая структура
в верховьях реки Маникуаган
в Северной Америке,
подчеркиваемая озерами
и остатками снежного покрова*

В качестве примера приведем фрагмент Таласо-Ферганского разлома (фотографию сделали переносной камерой Л. И. Попов и В. В. Рюмин). Разлом заметен как ряд темных параллельных полос и представляет собой уступы хребта Каратау по краю Туранской плиты, возвышающиеся над покрытой песчаными отложениями равниной Чу-Таласского междуречья (в верхней части кадра). Вдоль этого и продолжающего его к северо-западу Каратаусского разлома имеется много выходов полезных ископаемых (полиметаллические руды, фосфориты).

Примером кольцевой структуры может служить образование в верховьях реки Маникуаган в Канаде. Кольцевая структура хорошо различима благодаря подчеркивающему эффекту ледяного покрова двух озер — Мушалаган и Маникуаган, занимающих ее западную и восточную половину, и остаткам снежного покрова в понижениях местности. Можно отметить, что вблизи этого района находятся крупные залежи железной руды (город Ганьон).

Обнаружить многие виды полезных ископаемых, в частности нефть и газ, помогают отличительные признаки на местности. Поиску таких признаков, например, наличию соляных куполов, образуемых выдавливаемой в верхние слои солью, также было уделено значительное внимание.

В ходе исследований получены и неожиданные результаты. По наблюдениям Л. И. Попова и В. В. Рюмина,

на территории Венгрии наряду с известными субширотными линеаментами наблюдаются три линеамента меридиональной ориентации. По самому западному из них протекает Дунай, резко меняя свое направление севернее Будапешта. За пределами ВНР река снова резко изменяет свое направление на восточное. По среднему линеamentу на юг до впадения в Дунай течет Тиса, также достаточно резко меняющая свое направление в среднем течении. С этим средним линеamentом территориально связаны месторождения нефти и газа. И, наконец, самый восточный линеament расположен на границе с Румынией.

Ранее было обнаружено, что озеро Балатон как бы включено в кольцевую структуру довольно значительного диаметра, причем северная ее часть, где она сечется линеamentом Варпалота, весьма богата полезными ископаемыми.

Существенно уточнили имеющиеся геологические представления о строении острова Куба и прилегающих мелководий Л. И. Попов и В. В. Рюмин. Если посмотреть на карту Кубы, то видно, что остров как бы сгибается в дугу. Поскольку длина острова велика — 1250 км, а ширина от 31 до 191 км, не исключены многочисленные разломы. Некоторые из них известны, другие предполагались. Наблюдения из космоса свидетельствуют о том, что Куба покрыта довольно густой сеткой пересекающихся друг с другом разломов, особенно в крайних западной и восточной областях. Например, визуально просматриваются разломы от залива Гуанаакабис до бухты Кортес; от бухты Гуантанамо до устья самой полноводной реки острова Тоа. Подтвержден и прослежен далее на шельфе известный по результатам геофизических исследований разлом между бухтами Матансаса и Кочинос, разлом между бухтой Нипе и заливом Гуаканаябо, между бухтой Перрос и устьем реки Сасы. Предполагаемые разломы от острова Сабиналь на юго-запад и на юго-восток не наблюдались.

Многочисленные разломы изучались и на территории МНР. Ж. Гуррагча сообщил, например, что озеро

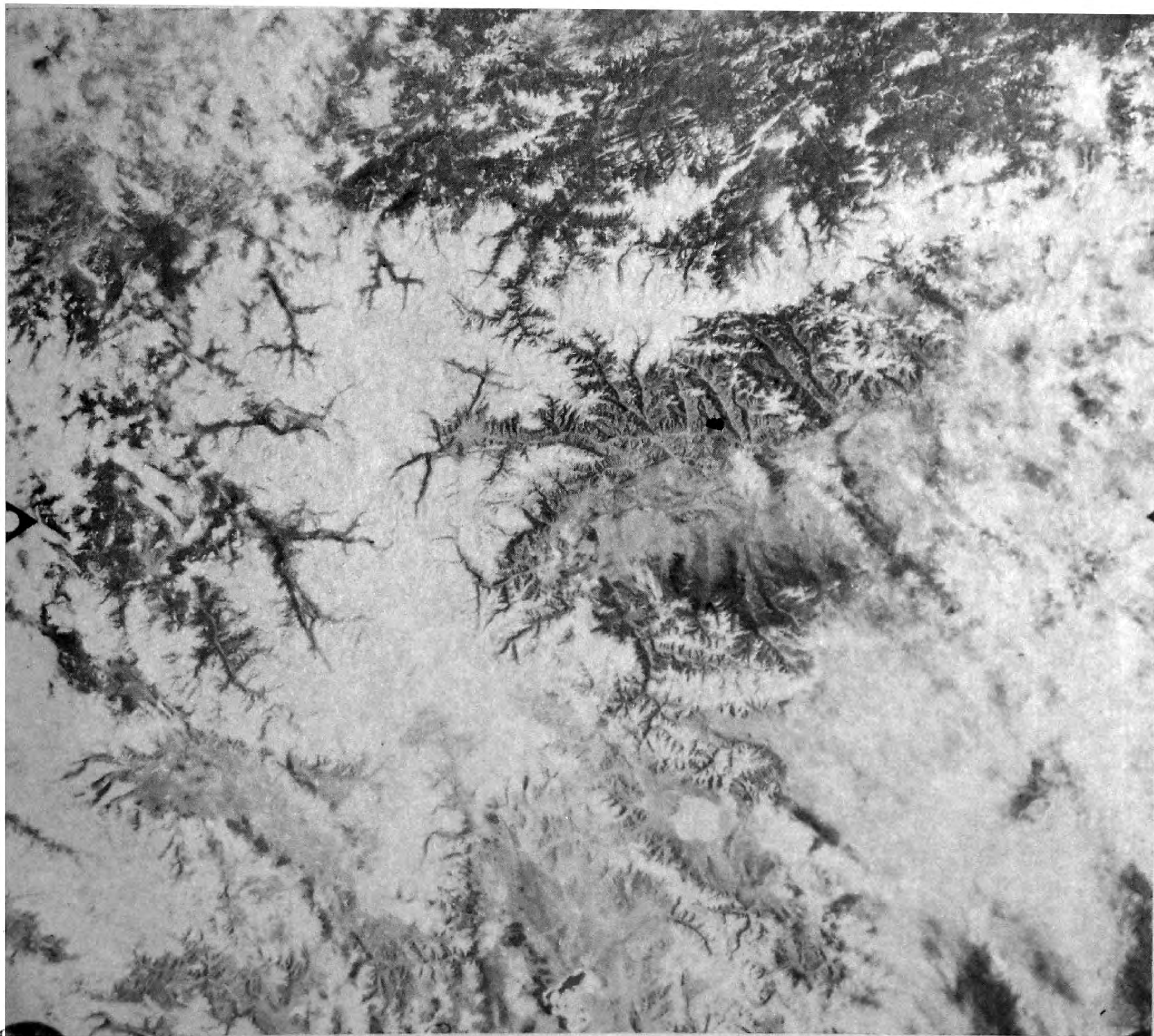
Хубсугул находится в зоне разломов типа Байкальской рифтовой зоны. В. Ремек наблюдал крупные разломы, ограничивающие Чешский массив, уточнил рисунок его трещиноватости. М. Гермашевский видел крупные линейные элементы в пределах северной части Польско-Германской низменности. Кольцевые структуры, массивы гранитоидов, соляные купола отмечались

космонавтами на территории МНР, ЧССР, Кубы, ВНР, ГДР.

Значительное внимание страны-участницы уделили изучению гидросферы Земли, столь важной для народного хозяйства,— рек, озер и ледников, морей и океанов. (Активно участвовал в ее изучении, в разработке методик наблюдений и фотографирования В. В. Коваленок.) Воды суши интересуют прежде всего как источник пресной воды для нужд промышленности и сельского хозяйства. В соответствии с заданиями специалистов ВНР изучались озера раз-

личных континентов. По мнению Б. Фаркаша, только два озера имеют специфический зеленовато-голубой цвет воды — венгерское озеро Балатон и озеро Балхаш в Казахстане. Специалисты МНР просили уточнить запасы пресной воды и пути ее стока в пределах западной части страны, где расположены ледники Монгольского Алтая и хребта Хангай, а также котловина Больших озер с крупными озерами Убсу-Нур, Хяргас-Нур и другими. Фотография рассказала специалистам о значительных запасах влаги, накопленных в ледниках и в еще

Снежный и ледовый покров Монгольского Алтая и котловины Больших озер на западе МНР



сохранившемся снежном покрове высокогорий. В нижней части кадра — озера Урэг-Нур (высота зеркала 1425 м) и Ачит-Нур (высота 1435 м) с хорошо сохранившимся ледовым покровом. Южнее озера Урэг-Нур расположен район ледника Хархира, а восточнее через облачность видны очертания озера Убсу-Нур.

Реки и связанные с ними явления — паводки, загрязненность, динамика

русел, мутьевые выносы в озера и моря, их роль в питании оросительных систем и водный баланс — изучались по заданиям многих стран, в особенности ВНР, СРВ и ГДР. Были сняты дельты и выносы многих рек.

Из-за того, что воды Амударьи и Сырдарьи интенсивно разбираются на орошение, быстро мелеет Аральское озеро-море. Остров Кокарал в северо-восточной части моря стал полуостровом и почти сомкнулся с дельтой Сырдарьи, находящейся на противоположном берегу; причем видно, что сама Сырдарья уже не доходит до моря, а основным путем стока

вод Амударьи, судя по мутьевым выносам, стал восточный рукав. Хорошо просматриваются мелководья. Вокруг моря в виде белых пятен выделяются соленые озера и осушенные участки дна. Белые пятнышки в пустыне — вытравленные стадами пастбища вокруг колодцев.

Моря и океаны изучали главным образом по цветовым характеристикам, которые могут свидетельствовать о течениях, апвеллингах, температуре, взмученности океана. Для этого использовался атлас цветности, разработанный в ГДР. Некоторые акватории изучались на всем протя-

Аральское море, дельты Амударьи и Сырдарьи





*Район контакта Гольфстрима
и холодного
Лабрадорского течения
восточнее острова
Ньюфаундленд*

жении работы станции с целью определения динамики изменения их характеристик. Много интересных на-

блюдений, особенно в Атлантике и Каспии, сделано В. В. Коваленком. С помощью переносной фотокамеры в течение нескольких дней Л. И. Попов и В. В. Рюмин получали информацию об одном из интересных районов Атлантического океана — районе столкновения теплого Гольфстрима и холодного Лабрадорского течения, идущего вдоль берегов Канады на

юго-восток. Образующиеся при этом вихри и затяжки видны благодаря тому, что холодные воды, богатые кислородом, имеют светло-зелено-голубую окраску в отличие от сине-фиолетовых теплых вод. По той же причине хорошо видна общая картина контакта двух мощных течений с частичным перемешиванием и изменением направления движения вод-

ных масс. Систематическое наблюдение данного района поможет уточнить его влияние на погоду и климат.

Немалый интерес также представляет определение зоны загрязнения акваторий. Получены первые результаты. Л. И. Попов и В. В. Рюмин наблюдали у берегов Кубы три зоны нефтяных загрязнений — в районах городов Гавана, Сантьяго-де-Куба,

бухты Кочинос. И, наконец, были задачи, связанные с изучением атмосферы Земли, ее динамики и чистоты. Получена информация о многих циклонах и ураганах, трассы движения которых пролегают вблизи Кубы и Вьетнама. Изучались пылевые бури, причем оказалось, что хотя они и не носят на Земле глобального характера, как на Марсе, однако могут до-

стигать других континентов. Много раз наблюдались пожары, они видны очень хорошо, особенно на фоне снега или воды.

Мы рассказали лишь о некоторых результатах исследования природных ресурсов Земли, полученных во время пилотируемых полетов по программе «Интеркосмос». Обработка и анализ информации продолжается.



Доктор технических наук
С. Д. ГРИШИН

Доктор технических наук
В. В. САВИЧЕВ

Космическое производство

Лет пятнадцать назад «космическое производство» было прерогативой лишь писателей-фантастов; люди серьезные предпочитали говорить о вещах более реальных. Но уже вскоре все переменялось — на земных орбитах стали проводить технологические эксперименты.

Разумеется, пока заводов на орбите нет. Но число экспериментов все растет. Это и исследования по физике невесомости (тепло- и массоперенос, механика многофазных сред, фазовые переходы, кристаллизация), и изготовление полупроводниковых монокристаллических образцов, и получение новых композиционных материалов, оптических стекол... Перечень можно продолжить.

Немалую лепту в развитие нового направления внесли эксперименты по программе «Интеркосмос». В основном они ставились на советских электронагревательных установках «Сплав» и «Кристалл» (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 25—28.—Ред.). Напомним главные параметры этой аппаратуры, в значительной мере определившие выбор материалов и веществ, с которыми проводились космические эксперименты.

В электронагревательной камере установки «Сплав» — три зоны: высокотемпературная изотермическая, градиентная и низкотемпературная изотермическая. Температуру можно задавать от 400 до 990°C, интервал регулировки 10°C. Длина капсулы с образцами — 170, диаметр — 20,6 мм. В градиентной зоне за счет монотонного понижения температуры идет направленная кристаллизация.

В установке «Кристалл» температуру в ампуле меняют по-иному: ампулу с рабочим веществом протягивают через стационарную тепловую зону, где температура варьируется от 400 до 1200°C. Длина капсулы 175, диаметр — 9 мм, скорости ее перемещения через горячую зону 0,188 и 0,376 мм/мин. Управление аппаратурой автоматизировано. Однако это вовсе не означает, что ход экспериментов прост и достаточно лишь производить необходимые манипуляции, предусмотренные еще на Земле. Полет вносит коррективы. Например: технологический процесс выращивания полупроводниковых монокристаллов с легирующими добавками составляет десятки часов. Десятки часов непрерывного эксперимента... А ведь

все это время на станцию действует множество различных возмущающих факторов, которые, хотим мы или нет, приводят к появлению малых ускорений. Тут и аэродинамическое торможение станции, и работа всевозможных агрегатов на ее борту (в том числе систем ориентации и стабилизации), и вибрация корпуса станции, и, наконец, просто перемещения космонавтов. Казалось бы, что особенного? Суммарное влияние всех этих факторов так мало и ускорение — совсем ничтожно... Но, каково бы ни было оно, возникающие силы влияют на протекание технологических процессов.

Наличие малых ускорений влияет на тепло- и массоперенос в жидкой фазе (в частности, на конвекцию в расплаве), а это в свою очередь может отразиться на свойствах полученного материала. Приборы, разработанные советскими специалистами, позволили измерить величину ускорений на станции в наиболее часто встречающихся режимах работы станции и экипажа. Оказалось, что идеальной невесомости нет. Ускорения зависят от режимов работы и могут изменяться от 10^{-2} до $10^{-5} g_0$ (g_0 —

ускорение силы тяжести на поверхности Земли, $g_0 = 9,81 \text{ м/с}^2$). Даже при выполнении космонавтами физических упражнений на «бегущей» дорожке ускорения растут. В этих условиях почти полной невесомости космонавты получили только по программе «Интеркосмос» более двадцати образцов. Они привезли их с собой на Землю и передали специалистам. Началось кропотливое изучение свойств космических образцов. Процесс исследований довольно длителен, поэтому к настоящему времени известны лишь предварительные результаты, с которыми мы и познакомим читателя.

«МОРАВА» (ЧССР)

Четыре эксперимента под таким названием проводились с различными эвтектическими составами и оптическими материалами. (Эвтектика — тонкая смесь твердых веществ, которая кристаллизуется при температуре, ниже температуры плавления любого из компонентов или любых других смесей этих компонентов.) Предполагалось исследовать, как затвердевают расплавы кристаллических и стеклообразных материалов. В отличие от земных аналогов, образцы, полученные на борту станции, оказались более однородными. Затвердевание двух образующих эвтектику ионных соединений (хлорида свинца — хлорида меди), когда одно из соединений (хлорид свинца) в избытке, изучали на установке «Сплав». Для этого смесь измельченных монокристаллов загружали в кварцевую вакуумированную ампулу диаметром 8 и длиной 50 мм. Ампулу в течение нескольких часов нагревали до температуры 500°C , выдерживали около 20 часов и затем охлаждали при градиенте температуры 40 град./см с темпом 10 град./час. Продукт эксперимента — нитевидные кристаллы эвтектического состава диаметром 2—3 мкм. Кристаллы хлорида свинца крупнее и совершеннее полученных на Земле, распределение компонентов в них достаточно однородное. Форма слитков отличалась от идеальной — видна деформация, а один образец имел винтообразную поверх-



Образцы полупроводникового стекла, затвердевшего в условиях космического эксперимента, обладают большей однородностью химического состава и имеют более широкую полосу пропускания



Многокомпонентные полупроводники, полученные на борту орбитальной станции, содержат монокристаллическую часть с более однородным распределением компонентов, чем их земные аналоги

ность, что, видимо, связано с работой агрегатов станции в то время, когда эвтектика росла.

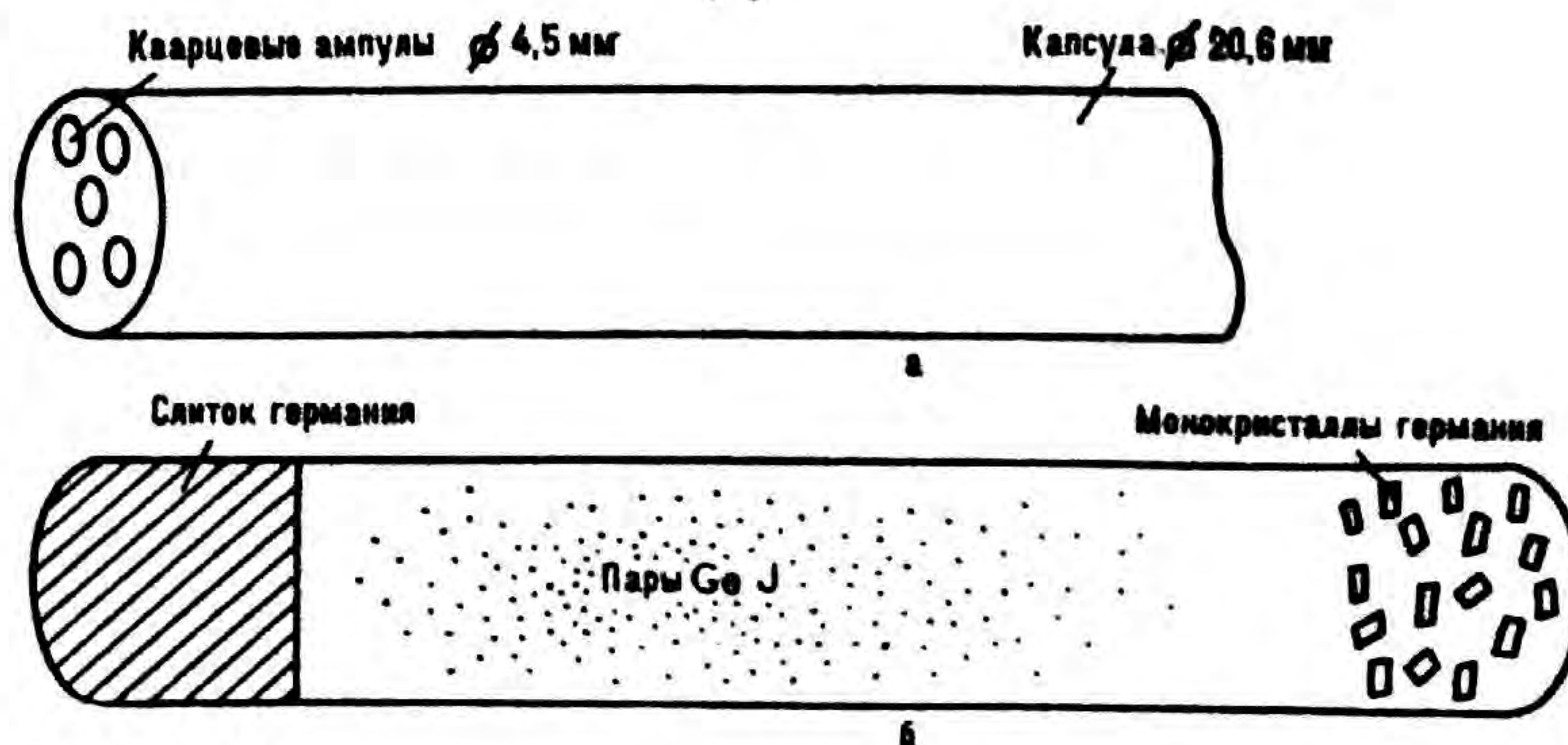
Эксперимент по кристаллизации бромида одновалентной ртути показал: кристаллы, выращенные на Земле и в космосе, также отличаются по форме и размерам. Если в земных условиях кристаллы бромида одновалентной ртути растут в форме пластинок, то на борту орбитальной станции они приобретают волокнистую форму, более перспективную для оптико-электрических приборов.

*а — металлическая капсула, с помощью которой исследовались особенности массопереноса в газовой фазе;
б — пять таких кварцевых ампул были уложены внутри металлической капсулы*

Эксперимент с полупроводниковым стеклом проводили на установке «Кристалл» (германий—сера—сурьма). В результате на поверхности космического образца образовались пузырьки газа, которые уменьшили контакт стекла с поверхностью ампулы. В течение часа полученные образцы (как и земные аналоги) подвергались отжигу при температуре 320°C и $400\text{—}425^\circ \text{C}$. Переплавленное на борту станции стекло оказалось более однородным по химическому составу, что увеличило полосу пропускания такого стекла и уменьшило поглощение инфракрасного излучения.

«СИРЕНА» (ПНР)

Польские специалисты поставили себе задачу: получить тройные полупроводниковые соединения — кад-





В космосе перенос массы мал и происходит за счет диффузии. На Земле в аналогичном эксперименте вследствие конвекции наблюдается ускоренный перенос массы

мий—ртуть—теллур (из расплава на установке «Сплав»), кадмий—ртуть—селен и свинец—селен—теллур (из газовой фазы на установке «Кристалл»). Эти полупроводниковые соединения (из них делают датчики инфракрасного излучения) получают и на Земле, но в силу значительной разницы удельных весов происходит разделение компонентов и получаемые материалы имеют неоднородную структуру, что резко ухудшает их свойства.

В эксперименте, в котором соединения кадмий—ртуть—теллур получали из расплава методом направленной кристаллизации, рост происходил из двойных соединений. На Земле в таких условиях всегда рождаются поликристаллы, в космических же условиях из поликристаллической затравки образовались кристаллы, имеющие монокристаллическую часть.

Содержание одного из компонентов (кадмия) в этой части образца близко к требуемой величине, в то время как в земных аналогах образца эта величина часто бывает в два раза больше. Однородный материал составил около половины массы расплава, на Земле же его получается не более 10—15%. Из эксперимента видно, что однородный материал удастся получить лишь при малых скоростях роста кристалла (когда массоперенос определяется диффузией). При больших скоростях роста в выращенных кристаллах появляются нежелательные газовые пузырьки.

На качество кристаллов полупроводников, выращиваемых из газовой фазы, влияет скорость перемещения фронта кристаллизации — при минимальных скоростях протяжки ампулы возникают химически однородные составы без газовых включений (эксперименты проводились на установке «Кристалл»).

«БЕРОЛИНА» ГДР

Разнообразная интересная программа, в которой изучали влияние условий полета на процессы массопереноса в газовой фазе, кристаллизации полупроводниковых соединений, изготовления оптических материалов, была подготовлена специалистами ГДР.

На установке «Сплав» получали примесный полупроводник — антимонид висмута — в обычной цилиндрической ампуле и в зазоре между двумя плоскими пластинками. После расплавления, когда температура понижалась, начиналась кристаллизация с характерной дендритной (древовидной) структурой, переходившей затем в монокристалл. Длина участка с дендритной структурой у космического образца увеличилась в 4—6 раз по сравнению с земным аналогом. На краях выращенного на станции образца распределение примесей становится более равномерным, чем у земного.

Еще один полупроводник — теллурид свинца, используемый в термоэлементах и лазерных устройствах — получали из газовой фазы на установке «Кристалл». Теллурид свинца (температура плавления 924° С) осаждался на подложку, температура которой в одном эксперименте была 750° С, а во втором — 850° С. В первом случае перенос материала был мал, и вырастить нормальный кристалл не удалось. Во втором случае вырос монокристалл. На его поверхности наблюдались блоки в виде мозаики. Дислокаций (нарушений структуры кристаллов) не обнаружили. Несомненно, что с приближением температуры подложки к температуре плавления материала должен формироваться единый блок. Опыты показывают: скорость переноса массы

при таких условиях должна быть чуть ниже, чем на Земле.

Значительный интерес представляло изучение особенностей массопереноса в газовой фазе, проведенное на установке «Сплав». Внутри металлической капсулы уложили пять кварцевых ампул диаметром 4,5 мм каждая. На одном конце ампулы (он находился в более горячей зоне нагревателя печи «Сплав» при температуре 896° С) помещался кусочек монокристалла германия, кристаллизация германия из газовой фазы происходила на другом, «холодном» конце ампулы (температура его — 620° С). Ампулы отличались друг от друга давлением газовой среды (иода) внутри них. После эксперимента стало ясно, что в условиях, близких к невесомости, на борту станции скорость переноса вещества остается практически постоянной — $3 \cdot 10^{-7}$ г/с — и не зависит от давления газа в ампуле. По-видимому, массоперенос в этом случае имеет чисто диффузионный характер. В экспериментах, выполненных на Земле, скорость массопереноса германия существенно зависит от давления газа (иода) в ампуле. Ученые утверждают: наблюдаемые зависимости свидетельствуют о том, что в земных условиях «виновник» переноса — конвекция, вклад которой возрастает с увеличением давления.

«ПИРИН» (НРБ)

Болгарские ученые изучали особенности роста граней кристаллов, смачивание в невесомости и другие физические процессы.

Устойчивость и структура монокристаллов цинка, растущих в диффузионных условиях из газовой фазы в присутствии сопутствующих газов, исследовались в одном из экспериментов на установке «Кристалл» (при максимальной температуре 380° С. 5-часовой выдержке и с последующим пассивным охлаждением). Удалось выяснить, что совершенная огранка кристалла сохраняется до определенного размера. В дальнейшем на грани, которая растет от периферии к центру, образуется впадина, и затем возникают трехмерные «усы». А «усы» упрочняют материал.

В одном из экспериментов на установке «Сплав» предприняли попытку получить пенометалл, представляющий значительный интерес для науки и техники (такие эксперименты были начаты советскими специалистами в условиях кратковременной невесомости на высотных ракетах «Мир-2»). Кварцевая ампула с находящимися в ней брикетами, которые содержали силумин, гидрид титана, нитрид кремния и порофор, выдерживалась при температуре 800° С в течение десяти минут. Образовался пористый слиток алюминия, его структуру еще предстоит изучить.

Образцы материалов, полученные космонавтами из Болгарии, Вьетнама, Кубы, Монголии и Румынии, в настоящее время находятся в стадии исследования. Поэтому мы в основном ограничимся кратким описанием задач, которые ставились в ходе экспериментов.

«ЭТВЕШ» И «БЕАЛУЦА» (ВНР)

Эксперимент «Этвеш» проводился на установке «Кристалл». Нужно было исследовать влияние невесомости на процесс получения полупроводниковых материалов — арсенида галлия, легированного хромом, антимонида индия и антимонида галлия. Название эксперимента — своего рода игра слов: во-первых, такова была фамилия выдающегося венгерского физика — Лоранда Этвеша, а во-вторых, само слово «этвеш» в переводе означает «легирование».

Серия экспериментов под названием «Беалуца» ставила своей задачей исследование морфологии сплава алюминия с 4% меди во время кристаллизации и изучение распределения примесей, а также процессов диффузии, расплавления и кристаллизации в условиях невесомости на примере системы алюминий — медь.

«ХАЛОНГ», «ИМИТАТОР» (СРВ)

Цикл экспериментов «Халонг» — часть обширной (совместной с советскими специалистами) программы исследований, связанных с получением полупроводниковых материалов на

борту станции «Салют-6» различными технологическими способами. Эксперимент «Халонг-1» посвящен выращиванию твердых растворов системы висмут—теллур—селен, «Халонг-2» и «Халонг-3» — многокомпонентных кристаллов системы висмут—сурьма—теллур. Такие кристаллы служат основой для термоэлектрических элементов, основанных на эффекте Пельтье. Исследование скорости роста кристаллов фосфида галлия с различным содержанием легирующих примесей в условиях невесомости и расчет коэффициента диффузии фосфора в жидком галлии — задачи экспериментов «Халонг-4» и «Халонг-5».

Разработчиков аппаратуры «Кристалл» интересовал вопрос, какова все-таки точная температура внутри электронагревательной печи, установленной на борту станции «Салют-6», где процессы теплопереноса не такие, как на Земле. Для решения этой важной технической задачи поставлен эксперимент «Имитатор».

«САХАР», «КАРИБЭ», «ЗОНА» (КУБА)

Эксперимент «Сахар» должен был «рассказать» об особенностях роста монокристалла сахарозы и помочь выращивать органические монокристаллы из растворов в условиях космического полета. Работа проводилась на аппаратуре «Кристаллизатор», разработанной и изготовленной в Республике Куба. В течение трех дней рост этих кристаллов фотографировался камерой «Практика-ЕЕ-2» (ГДР).

Пять технологических экспериментов включала программа «Карибэ». (Карибэ — племя индейцев, которые мужественно сражались за свою свободу против испанских поработителей.) В большей части этих экспериментов ставилась задача получения сложных полупроводников типа германия, легированного индием, и эпитаксиальных слоев арсенида галлия. (Эпитаксия — ориентированный рост одного монокристалла на поверхности другого.)

В эксперименте «Зона» проводилась зонная плавка с температурным градиентом на монокристаллах сахарозы.



«АЛТАЙ», «ЭРДЭНЭТ» (МНР)

Цель эксперимента «Алтай-1» — исследование диффузии и массопереноса в расплаве двух растворимых в жидком состоянии металлов — свинца и олова. Одновременно изучалась кристаллизация сплавов, образующих эвтектику. В другом эксперименте этой серии предпринята попытка вырастить активный полупроводник — кристаллическую пятиокись ванадия, используемую для изготовления термисторов.

Исследование процессов диффузии и перераспределения примесей при растворении в воде и кристаллизации солей меди проводилось в эксперименте «Эрдэнэт».

«КАПИЛЛЯР» (СРР)

Румынские специалисты попытались получить монокристаллы заданного профиля с помощью капиллярных сил и исследовать влияние их на распределение примесей в расплаве. Изучалось распределение германия и германия с добавками галлия в молибденовой матрице. Следует отметить, что этот опыт стал продолжением эксперимента под тем же названием, проведенного советскими учеными на высотных ракетах «Мир-2». Предварительный анализ полученных образцов показал: на Земле, когда расплавленный германий перетекал через капилляр (молибденовую трубочку с внутренним диаметром около 2 мм) и затем застывал, полученный образец имел форму «гантели», поскольку перетекала лишь часть расплава. В космическом же эксперименте капиллярные силы смачивания

мгновенно «перекачали» жидкий германий из одной части ампулы в другую — космический «насос» сработал хорошо.

Таким образом, получены материалы с лучшими, в сравнении с земными или исходными образцами, свойствами,

установлены важные особенности поведения многофазных систем в условиях, близких к невесомости. Некоторые результаты оказались неожиданными: изменение характеристик смачивания, отрыв ряда материалов от стенок ампулы с сохране-

нием контакта в отдельных точках. Появилась возможность уточнить ход дальнейших экспериментов, усовершенствовать бортовую аппаратуру, производящую материалы на околоземной орбите.

Заместитель министра здравоохранения СССР,

член-корреспондент АМН СССР

Е. И. ВОРОБЬЕВ

Доктор медицинских наук

А. Р. КОТОВСКАЯ

Космическая биология и медицина

Станция типа «Салют» позволяет вести комплексные исследования околоземного пространства, процессов, происходящих на Солнце и далеких объектах Вселенной, на нашей Земле, в ее атмосфере, изучать природные ресурсы и многое другое. Поскольку все это делается при активном участии человека, перед космической медициной возникают все новые и новые задачи и проблемы, которые требуют порой очень быстрого решения. Естественно, для этого целесообразно объединять усилия, знания и возможности ученых различных отраслей науки, ученых разных стран.

Вот почему уже 14 лет продолжается международное сотрудничество специалистов в области космической биологии и медицины. Ученые десяти социалистических стран (НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, МНР, ПНР, Кубы, СРР, СССР и ЧССР) проводят совместные исследования по программе «Интеркосмос».

Сейчас стало очевидным, что главный ограничитель продолжительности пребывания человека в космосе — не технические возможности, а способность космонавта «привыкнуть» к невесомости и к последующей жизни на Земле. Поэтому среди факторов космического полета цент-

ральное место принадлежит невесомости.

Планируя первые космические полеты, наука не могла ответить с точностью, можно ли жить в невесомости, является ли сила тяжести непереносимым и необходимым условием для нормальной жизнедеятельности. Для живых существ невесомость считали огромной опасностью, строились самые мрачные прогнозы. Полеты в космос различных биологических объектов рассеяли эти опасения. Сейчас мы знаем, что живой организм может приспособиться к необычной и чуждой для него среде обитания, может адаптироваться к невесомости.

Чтобы представить, как происходит перестройка организма, какие изменения могут возникнуть в невесомости, каков механизм появляющихся отклонений и расстройств, в Советском Союзе осуществляются запуски специализированных биологических спутников серии «Космос» с различными биологическими объектами на борту.

С 1973 года запущено пять таких спутников. В опытах принимали участие ученые и инженеры Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, Чехословакии, США и Франции.

Удалось выяснить, что длительная

невесомость не оказывает прямого вредного влияния на внутриклеточные процессы, в том числе на те из них, которые связаны с циклом деления и передачей наследственной информации. Эти данные имеют принципиальное значение, так как снимают основное биологическое ограничение на пути дальнейшего увеличения длительности космических миссий человека. Вместе с тем обнаружено, что невесомость приводит к отчетливым изменениям в ряде систем, например, в мышцах и костях. Так, в мышцах наблюдались признаки атрофии, уменьшение мышечной массы и силы. Эти нарушения спустя некоторое время исчезали. В костной ткани отмечено вымывание кальция. Важно подчеркнуть, что в костной ткани, так же как и в мышечной, наибольшие изменения под влиянием невесомости были замечены в тех звеньях скелета, которые в обычных условиях жизни на Земле несут наибольшую весовую нагрузку, то есть в костях конечностей и позвоночнике.

На спутнике «Космос-936» провели интересный эксперимент с искусственной силой тяжести, когда животных (крыс) вращали на специальных бортовых центрифугах. Оказалось, что искусственная сила тяжести (при-



*Космонавт ГДР З. Пен
во время тренировки*

мерно такая же, как и на Земле) предотвращала развитие структурных и функциональных изменений в опорно-двигательном аппарате и других функциональных системах организма. Впервые было доказано: искусственная сила тяжести, действительно, способствует нормальному функционированию человеческого организма в длительных космических полетах. Более того, сейчас она рассматривается как универсальное средство, оберегающее космонавтов от пагубного воздействия длительной невесомости в будущих межпланетных перелетах. Наиболее трудный и болезненный период — первая неделя пребывания в невесомости, период острой адаптации, когда возникают изменения и нарушения различных систем в организме, способные в свою очередь

отрицательно сказаться на состоянии и работоспособности экипажа.

Всестороннее изучение адаптации организма необходимо для разработки профилактических мер, для эффективного медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов. Именно эти соображения учитывались при составлении научных программ для международных экипажей. Иными словами, разносторонние медицинские исследования в международных полетах малой (до 7 суток) продолжительности были, без всякого сомнения, оправданы.

В ходе девяти международных полетов анализировалось состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, органов чувств, опорно-двигательного аппарата, умственной работоспособности, иммунологической сопротивляемости.

Исследования сердечно-сосудистой и дыхательной систем позволили получить информацию о том, что определенные нагрузки (скажем, занятия

на велоэргометре) вызывают в организме большее напряжение физиологических систем, чем в аналогичных ситуациях на Земле. Эксперименты проводились во время полетов космонавтов СРВ, Кубы, МНР, СРР с помощью бортовых устройств и приборов, созданных в Советском Союзе и ГДР.

Во время полета советско-румынского экипажа использовался метод баллистокардиографии, который позволил судить о сократительной функции сердца и выявить функциональные нарушения в сердечно-сосудистой системе. Румынским прибором «Миокард» перед полетом и после него измерялась длительность сердечного цикла непосредственно во время физической нагрузки.

В невесомости происходит перераспределение крови в организме из нижней части тела в область грудной клетки и головы. Это в свою очередь может привести к нарушению нормальных «взаимоотношений» между воздухом и кровью в легких. Отчего снизится насыщение кислородом крови, а следовательно, и тканей организма. Была проведена серия опытов, в которых изучался кислородный режим тканей (кожа рук) в полете. Эти эксперименты под названием «Кислород» выполняли, используя уникальный бортовой прибор «Оксиметр» (ЧССР), во время полетов космонавтов Чехословакии, Польши, ГДР и других. Отмечено, что парциальное давление кислорода в тканях снизилось и его потребление уменьшилось.

Совместная работа специалистов Советского Союза, ГДР и Польши принесла новую информацию о состоянии слуха и вкусовых ощущений космонавтов. Эти исследования проводились на разработанных в ГДР и ПНР бортовых приборах «Аудио», «Шумомер» и «Электрогустометр».

Во время полета кубинского космонавта оценивали пути предупреждения изменений мышечной и опорной функций стопы, применив оригинальное устройство, предложенное специалистами Кубы, — профилированные супинаторы, вмонтированные в обувь, которую в полете носил кубинский космонавт.



*Прибор «Оксиметр»,
с помощью которого проводился
эксперимент «Кислород»*

Медико-биологические исследования готовили и специалисты Вьетнама, Монголии и Кубы.

Медицинское обеспечение пилотируемых космических полетов показало, что в полете, особенно в течение первых нескольких дней, наблюдаются расстройства типа «укачивания», приводящие у 30% космонавтов к головокружению, потере аппетита, тошноте, иногда рвоте. У подавляющего числа космонавтов возникают иллюзии положения тела. Такие нарушения, естественно, приводят к

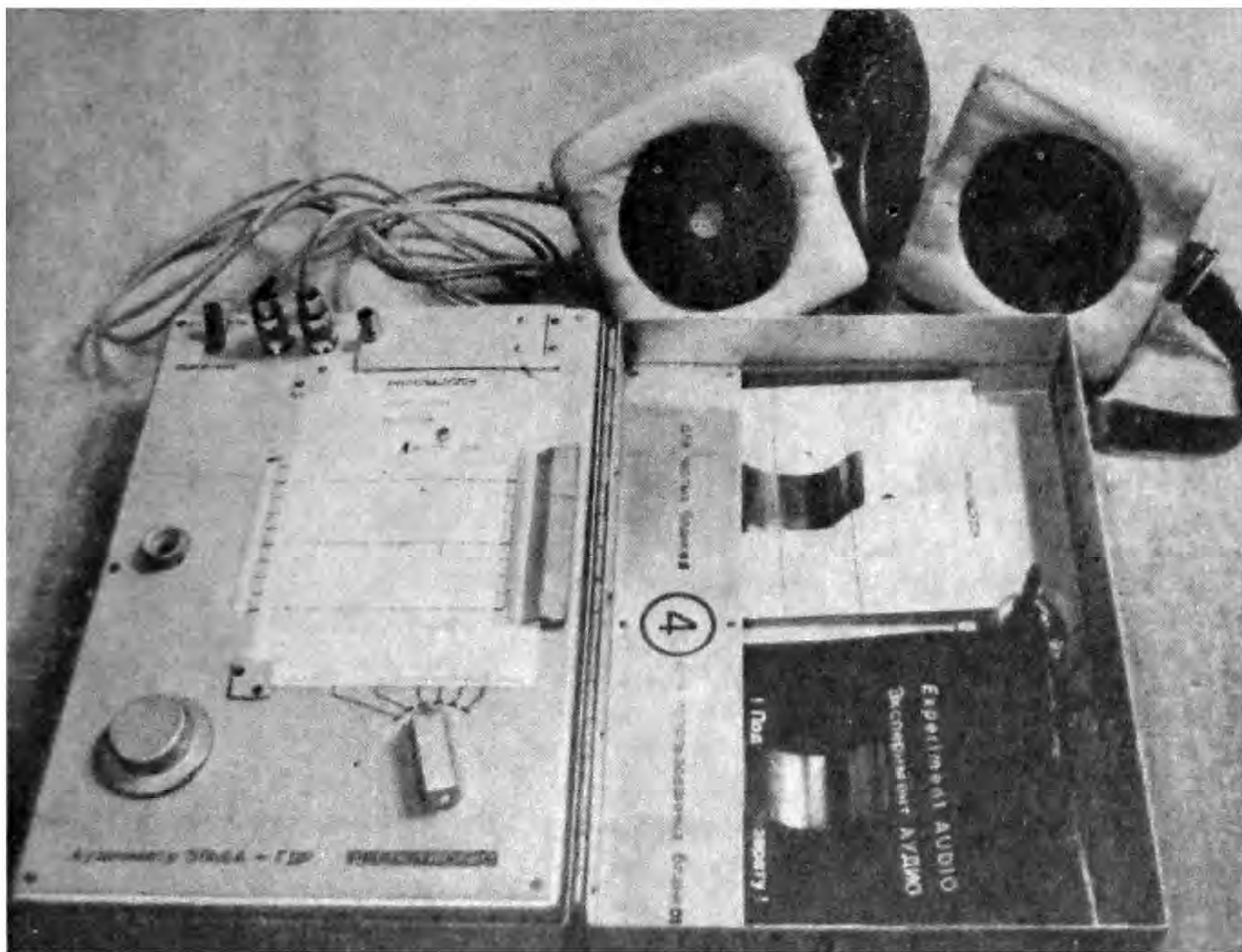
снижению работоспособности, ибо космонавт сразу же стремится к резкому ограничению своей подвижности (особенно подвижности головы), что облегчает его состояние. В связи с этим разработка мер лечения и профилактики вестибулярного дискомфорта приобретает огромное практическое значение. Сейчас идет активный поиск эффективных фармакологических препаратов. К работе привлечены фармацевтические фирмы Венгрии и Польши. Специалисты известной венгерской фирмы «Гедон Рихтер» предложили препарат «Кавинтон», который проходит испытания в СССР. В лабораториях Советского Союза, Болгарии, ГДР и Польши усиленно совершенствуются мето-

ды отбора космонавтов. Главная цель — оценить, нельзя ли снизить медицинские требования и ограничения к состоянию здоровья и возрасту претендентов и кандидатов в будущие космонавты. Все понимают, что целесообразно включать в экипажи космических кораблей кроме командира и бортинженера еще и высококвалифицированных специалистов различного профиля (астронома, физика, врача, биолога и т. д.). Но, к сожалению, именно такие специалисты, как правило, имеют те или иные отклонения в состоянии здоровья либо уже немолоды (40 и более лет). Поэтому оценка устойчивости людей такой категории к различным функциональным нагрузкам, определение резервных возможностей их организма имеет большое практическое значение.

С увеличением длительности космических полетов возрастает значение психологической надежности космонавтов. Специалисты стремятся определить критерии психологической адаптации человека к необычным условиям среды обитания, обосновать и рекомендовать комплекс мероприятий, которые улучшают психическое состояние человека.

Советскими и польскими специалистами разработан специальный опросник, использованный в полете всеми членами международных экспедиций. В нем сформулированы вопросы, касающиеся особенностей самочувствия, оценки сна, позы, состояния зрения, слуха, обоняния, профессиональных навыков, психического состояния, эстетических запросов. Каждому пункту соответствует шкала оценок в пять баллов. Космонавт ставит себе оценку, наиболее близко отражающую его состояние (эксперимент «Опрос»). Анализ полученных данных позволил определить индивидуальные особенности психологической адаптации каждого космонавта к полету. Оказалось, что адаптивные усилия в процессе преодоления необычных условий жизни в космосе неодинаковы. Летавшие вторично, как правило, приспосабливались быстрее, нежели те, кто отправился в космос впервые.

Состояние умственной работоспо-



Прибор «Аудио»



способности, памяти, внимания оценивалось с помощью аппаратуры, разработанной в Болгарии (прибор «Средец») и Венгрии (прибор «Балатон»).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что серьезных психологических проблем, мешающих выполнению задания или приводящих к психологическим расстройствам, до сих пор не возникало. Такая устойчивость достигалась пониманием мотивов деятельности, эффективностью психологического отбора, удовлетворительными условиями жизни на космических кораблях, сбалансированным режимом труда и отдыха, а также специальными мерами по психологической поддержке экипажей.

Психологи и специалисты телецентров каждой страны подготавливали интересные, приятные программы видеозаписи, которые включали классическую и легкую музыку, музыкальные шоу, народные танцы и песни, пейзажи родных мест. Просмотр видеозаписей во время отдыха в кос-

Венгерский прибор «Балатон»

мосе обеспечивал нормальное, более тесное общение в полете, полноценный отдых. Подобная организация досуга рассматривается как один из компонентов психологической поддержки экипажа в полете.

Итак, исследования по программе «Интеркосмос» во время пилотируемых полетов позволили определить вероятность развития и симптомы расстройств, связанных с острым периодом адаптации человека к невесомости, оценить психологические характеристики работоспособности космонавта в этот период, оценить некоторые методы и средства профилактики неблагоприятного влияния невесомости. Ученые получили новые материалы для дальнейшего расширения и углубления знаний и представлений в области космической биологии и медицины.

Усилиями специалистов социалистических стран удалось успешно выполнить научные программы девяти международных экипажей. За прошедшие годы сложилась структура и приобретен опыт подготовки совместных международных исследований — от идеи, научной программы до их реализации. Создана научно-техническая кооперация, приобретен опыт разработки и создания специальной портативной бортовой аппаратуры и оборудования, проведения ее испытаний и доставки на борт космического корабля.

В рамках международного сотрудничества по программе «Интеркосмос» создано 28 различных приборов и устройств, которые использовались в полете на станции «Салют-6» и на биоспутниках.

Есть все основания надеяться, что благодаря усилиям специалистов Советского Союза и других зарубежных стран полученные результаты окажутся полезными и для людей, летающих в космосе, и для людей, живущих на Земле.

Фото А. Богданова



Беседа в Центре управления полетом

Предлагаемая читателям журнала «Беседа в Центре управления полетом», как и предыдущие (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 12—14; 1980, № 6, с. 28—30.—Ред.), содержит изложение некоторых аспектов работы по управлению полетами космических аппаратов. Высказанные в беседах мысли применимы к организационной деятельности практически любого творческого коллектива, связанного с управлением сложными системами.

Герой Советского Союза, летчик-космонавт
СССР, генерал-лейтенант авиации
Г. С. ТИТОВ

Корреспондент. Мы побывали в Центрах управления спутниками, аппаратами дальнего космоса, специализированных космических Центрах — связи, метеорологии, изучения природных ресурсов. Что отличает управление космическими аппаратами разных типов? И что общего в работе всех Центров?

Ам. Александров. Уже при подготовке к запуску аппараты «дальнего следования» получают некоторое преимущество перед спутниками и становятся главной заботой космодрома и командно-измерительного комплекса (разумеется, наивысший приоритет у пилотируемых кораблей).

Причина особого внимания к межпланетным станциям вызвана тем, что задержка старта всего на несколько секунд грозит срывом запуска в запланированные сутки. Перенос на вторые или последующие сутки возможен не всегда, и порой требуется демонтировать часть научной аппаратуры. Очередные оптимальные даты запуска приходится ждать несколько лет.

Теперь о различиях в средствах и методах управления. В системах околоземного космоса применяются совмещенные и отдельные системы

траекторных измерений, телеметрии и управления. В дальнем космосе всегда используется только единая радиолиния (радиосистема), работающая в различных комбинациях траекторных измерений, телеконтроля, в командно-программном, телевизионном, связанном либо других режимах. Радиосигналы, излучаемые аппаратами дальнего космоса, естественно, намного слабее спутниковых. Это заставляет применять антенны с очень большой эффективной поверхностью (таких антенн во всем мире около десятка), способные «выудить» из хаоса всяческих сигналов и шумов тот единственный, посланный межпланетной станцией сигнал. Для соблюдения требуемой точности измерения траектории и достоверной передачи различных видов информации на огромные расстояния при мизерном уровне сигнала применяются чрезвычайные меры — работа в очень узкой полосе частот, уменьшение скорости передачи информации и другие. Всего этого для управления аппаратами ближнего космоса не требуется.

Аппараты дальнего космоса, уходя от Земли на миллионы километров, в течение многих часов остаются в зоне радиовидимости одного пунк-

та управления (вместо нескольких минут для низкоорбитальных спутников). Чтобы обеспечить непрерывную связь с межпланетными станциями, как правило, достаточно двух командно-измерительных пунктов. Например, Центр дальней космической связи и корабль, находящийся в Западном полушарии, могут обеспечить практически круглосуточную связь с межпланетной станцией. Не нужна многосторонняя координация деятельности большого числа командно-измерительных пунктов, через которые поочередно ведется управление спутниковыми системами.

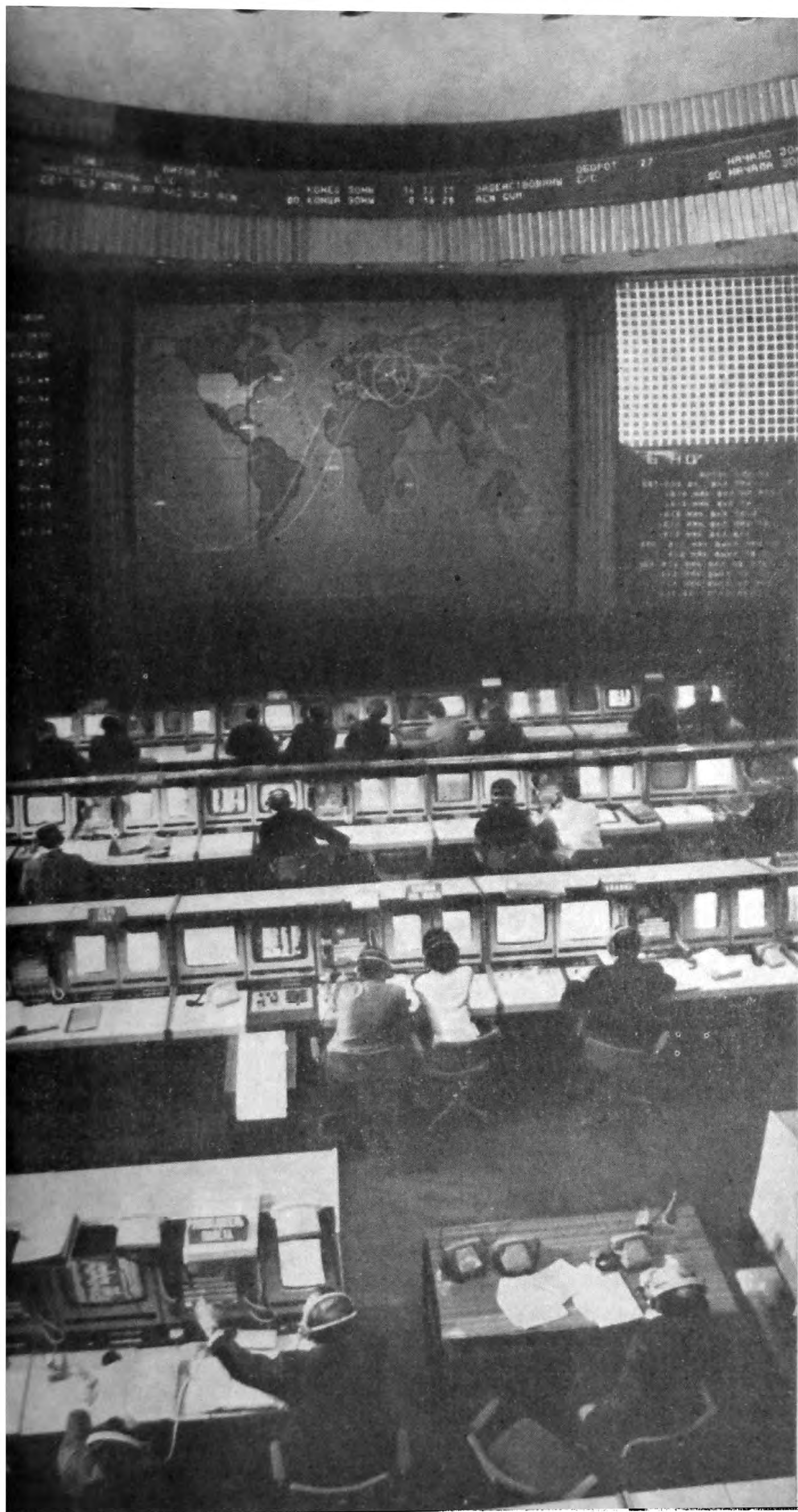
В общем, в аппаратуре управления объектами ближнего и дальнего космоса, методах измерений, системе кодирования сигналов, даже в принципах приема-передачи телевизионных сигналов, не говоря уже о конструкции аппаратуры и антеннах, различий наберется много. Разумеется, существенно отличается и эксплуатация.

Корреспондент. Это все отличия в технике или в эксплуатации. А в управлении?

Ам. Александров. И в управлении тоже. Баллистические расчеты для аппаратов дальнего космоса непосредственно связаны с астрономией, небесной механикой, с движением планет. В них требуется большая точность.

Чем дальше уходит от нас межпланетная станция — тем труднее получать от нее телеметрические данные. Диалог с ней происходит неторопливо.

В Центрах управления полетом спутниковыми системами (разумеется, если на борту полный порядок и режим полета установлен) четко проявляется характерный, размеренный, «приливно-отливный» ритм. Он пред-



определен повторяемостью рабочих витков, он ровен, как спокойное дыхание. Каждый тип аппарата, его задачи, программа полета формируют свою периодичность труда и отдыха, свой ритмический рисунок управления. Деятельность управленцев по «доминирующему» в данный период космическому аппарату обуславливает ритм работы Центра в целом.

...Спутник приближается к зоне первого по трассе полета пункта управления. Вспыхивают табло, светопланы, телеэкраны, дисплеи. Дежурная смена занимает рабочие места. Проверяется готовность средств слежения, управления, приема информации. Компьютеры включаются на прием и обработку информации с борта аппарата.

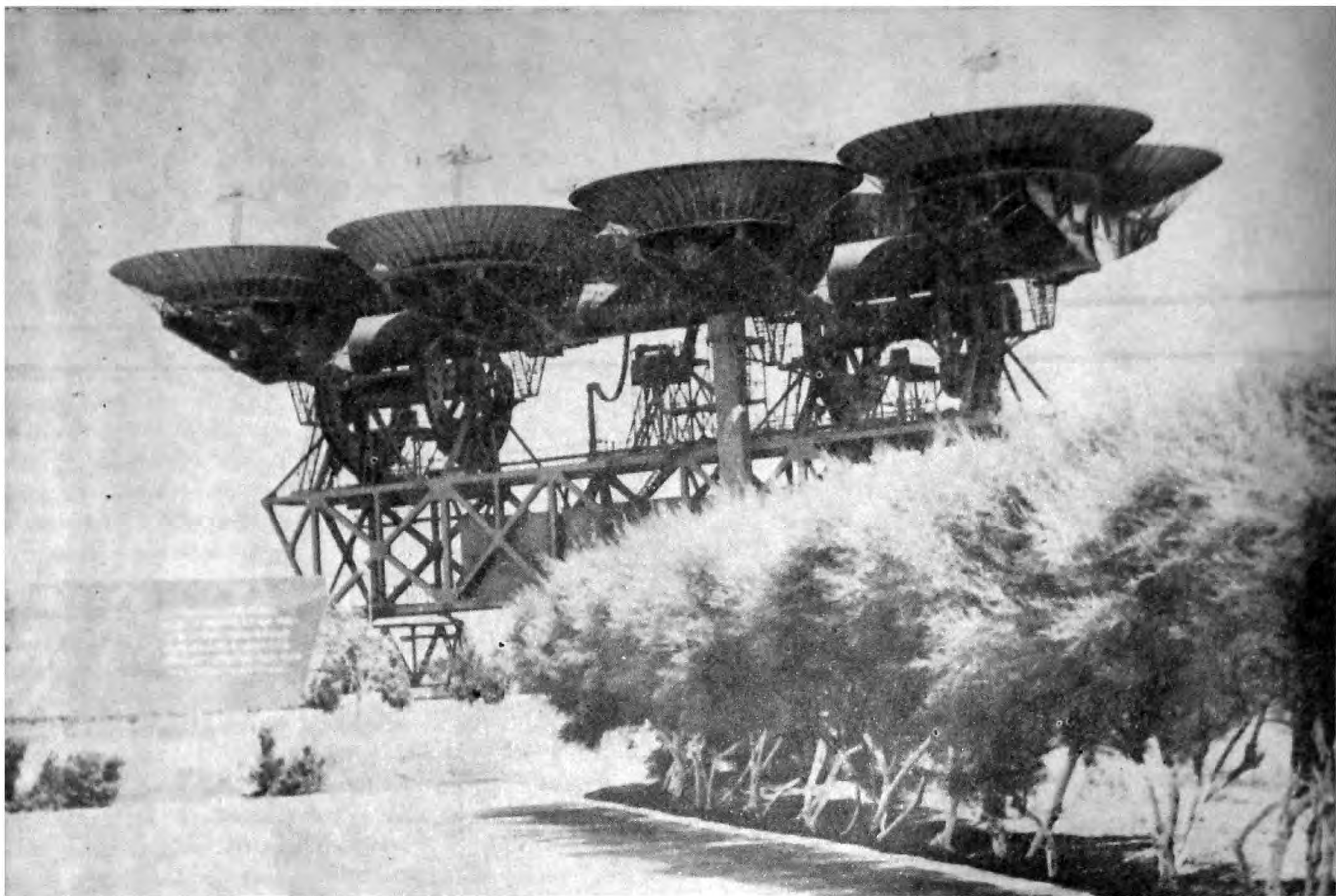
...Спутник — в зоне. Каждая минута у всех служб Центра управления полетом расписана и заполнена без остатка. Принять телеметрическую информацию, оценить состояние машины, установить, как идет отработка заложенной на борт программы, дать запланированные команды и проконтролировать их прохождение, оценить энергобаланс на борту... Ну, а если что-то не так — не прошла команда, не реализовано какое-либо задание, — повторить команду, может быть, внести изменения в программу с тем, чтобы на следующем витке получить недоданное.

...Командно-измерительный комплекс заканчивает последний сеанс связи. Спутник покидает его зону. Принимаются доклады о полученной информации, оценивается ее соответствие программе и требованиям потребителей.

Наконец, гаснут телеэкраны, выключаются светопланы, табло, дисплеи. Можно встать из-за стола, отойти от пульта, выйти из зала, даже заняться делами, непосредственно не связанными с прошедшим витком. К такому ритму работы человек приспосабливается, привыкает.

Несколько по-иному выглядит деятельность Центра, когда режим работы спутника еще не установился. И совсем другое дело, если на борту не все в норме и ведется борьба за

В Центре управления полетом



*Антенна дальней
космической связи*

«наведение порядка в космосе». Отливов, спада напряженности не чувствуется. Программа действий на очередном витке в этих случаях в большей степени зависит от результатов предыдущего витка. Менее чем за час-полтора предстоит сделать очень много. И с завершением работы на текущем витке накал работы (с окончанием сеанса) не падает, а даже возрастает. Но это уже ситуация особая, необычная.

По-другому выглядит ритмический рисунок управления в Центре дальней космической связи, при управлении межпланетными станциями. Длительность сеансов связи в дальнем космосе колеблется от нескольких минут до нескольких часов, а интервалы между ними — от тех же нескольких минут, но уже до многих суток. Все зависит от задач, значимости

и программы сеанса, от обстановки. И, конечно, от состояния энергобаланса на борту. Приходится иметь в виду, что требования соблюдения энергобаланса для аппаратов дальнего космоса существенно более жестки и суровы и поэтому заметно влияют на длительность и периодичность связей Земля — борт — Земля. Поскольку в дальнем космосе нет повторяющихся с каждым рабочим витком сеансов связи, здесь трудней «исправить», повторить, наверстать упущенное.

У аппаратов дальнего космоса почти всегда имеется кульминационный пункт программы полета (например, мягкая посадка, облет, спуск «Лунохода» на поверхность Луны). Существует, следовательно, кульминация и в управлении. Иными словами, в какой-то момент управление полетом приобретает решающий характер. Сделай управленцы в этот момент что-то неправильно или просто «не наилучшим образом» — и вся их отличная работа, длившаяся многие дни

или месяцы, мало чего стоит. Но даже если все сделано прекрасно, а главную информацию, ради которой выполнялся весь полет, «взять» и передать на Землю не удалось, успех предыдущих этапов управления теряет свое значение.

Корреспондент. Что же следует считать таким кульминационным, критическим моментом в управлении полетом, скажем, станции «Венера»? **Ам. Александров.** Конечно, спуск на планету и передачу информации о ней на Землю. Судите сами. Подлетаем к Венере. Во-первых, надо попасть в неширокий серп освещенной части планеты, видимой с Земли. Во-вторых, спускаемому аппарату надо пробраться по узкому коридору входа в атмосферу планеты. При очень крутом входе аппарат может быть разрушен, при излишне пологом — пройдет мимо.

Теперь об условиях передачи информации на Землю. Всю информацию спускаемый аппарат должен пе-

передавать на орбитальный отсек, направляющийся в облет Венеры и становящийся ее спутником, либо на отсек, пролетающий мимо планеты (в «пролетном» варианте запуска), а уж орбитальный (пролетный) отсек после переработки перешлет информацию на Землю. Такая схема с ретрансляцией через орбитальный отсек позволяет уменьшить массу спускаемого аппарата, а также передавать информацию в тех случаях, когда он не виден с Земли и не может сразу послать ее на Землю.

Приемники орбитального аппарата по предварительно заложенной на борт программе включаются заранее и ведут поиск сигнала с движущегося спускаемого аппарата. Захватывают сигнал и следят за ним в течение всего сеанса связи. Заметим, что радиосвязь между орбитальным и спускаемым аппаратами ведется на коротких волнах (метровых), а между орбитальным аппаратом (спутником Венеры) и Землей — на ультракоротких (дециметровых). Дело в том, что для рабо-

ты на коротких волнах не требуется столь точная взаимная ориентация орбитального и спускаемого аппаратов, а дециметровые (как и сантиметровые) волны хорошо собираются в узконаправленные пучки и лучше преодолевают колоссальные расстояния.

Телевизионная камера, совершая после посадки круговой обзор исследуемой местности, посылает на Землю (опять-таки через новообразованный спутник Венеры) сигнал за сигналом. Наземный радиотехнический комплекс, обработав принятые сигналы, воссоздает панораму поверхности Венеры.

Управление полетом даже однотипных машин в зависимости от целей, задач, программы и условий полета может весьма существенно отличаться. Так, объем и характер работы управленцев во время полетов первых и последних «Венер» просто не сопоставимы. Поначалу передача информации на Землю шла со скоростью одна (двоичная) единица в секунду, тогда как в конце — в 250 раз быстрее. И уж, конечно, далеко не одинаково протекает управление аппаратами типа «Марс», «Венера», «Луна».

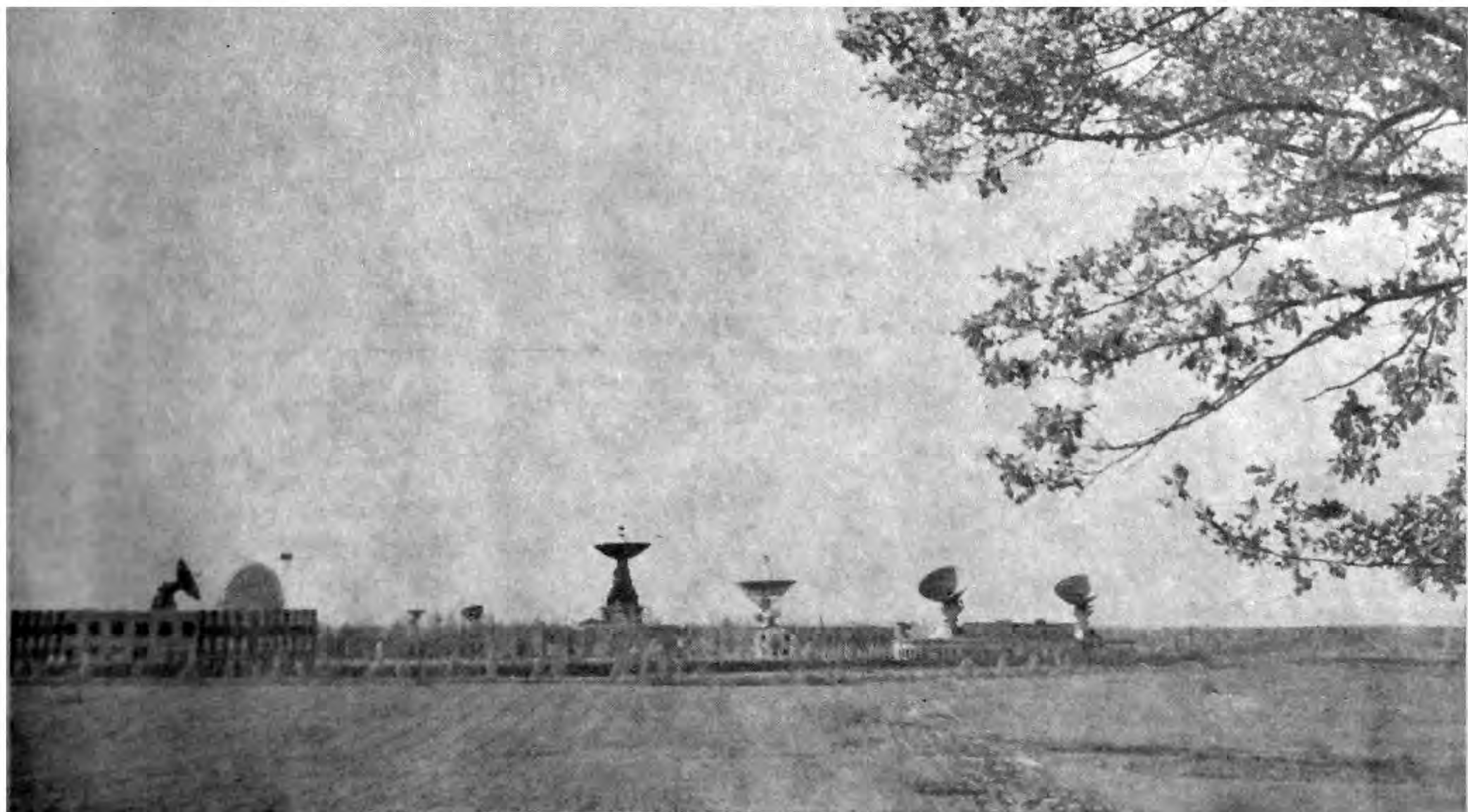
Корреспондент. Ну, а спутники разных

типов и назначения? Есть ли отличия в управлении ими?

Ам. Александров. Управление аппаратами практически всех типов ведется единым командно-программным методом, сочетающим радио- и телеуправление с Земли с использованием бортовой автоматики (включая бортовые ЭВМ). Это и предопределяет в первую очередь тождественность многих процессов и операций управления самыми различными космическими аппаратами.

На спутниках размещена аппаратура двух видов. Служебная, которая обеспечивает возможность существования аппарата в условиях космоса и управления им. Это системы энергоснабжения, терморегулирования, стабилизации, ориентации, бортовая автоматика, аппаратура управления, телеметрии, траекторных измерений и некоторые другие приборы. Задачи их независимо от вида спутника весьма близки. Для многих космических объектов эти приборы однотипны или даже полностью унифицированы, что обуславливает одинаковые или во всяком случае весьма сходные процессы и операции управления самыми различными спутниками. Вторая груп-

Антенны околоземного космоса





на бортовых приборов — приборы целевого назначения для конкретного типа спутника. Скажем, научная аппаратура для исследовательских объектов, связные системы спутников связи, метеоприборы метеорологических космических систем, телевизионная и фотоаппаратура спутников, изучающих природные ресурсы.

Общность принципов управления космическими полетами определяет наличие во всех без исключения Центрах управления соответствующих служб связи, служб единого времени, групп баллистического обеспечения, телеконтроля и диагностики, разработок программ и команд.

Корреспондент. А что можно сказать о различиях в управлении пилотируемыми и автоматическими аппаратами?

Ам. Александров. Пилотируемые полеты вносят немало специфических элементов в управление полетом, к примеру: поддержание непрерывной двусторонней телефонной, телеграфной и телевизионной связи с кораблем, жесткий контроль радиационной обстановки, постоянный биомедицинский телеконтроль состояния космонавтов, регулярное обеспечение их высокоточными баллистическими данными, осуществление специализированного телеконтроля и диагностики всех систем жизнеобеспечения, психологическая поддержка экипажей и, наконец, жесткая синхронизация всех операций наземных служб управления с действиями космонавтов (не лишаящая, впрочем, последних известной самостоятельности при проведении тех или иных научно-исследовательских работ).

Корреспондент. Число и длительность полетов с человеком на борту быстро растут. В космос отправляются ученые, специалисты. Количество задач, самостоятельно решаемых космонавтами, увеличивается, пилотируемые полеты становятся все более автономными. Можно ли ожидать, что объем работ на Земле при пилотируемых полетах сократится и жизнь управленцев станет легче?

Ам. Александров. Работы станет меньше, а жизнь легче? Как раз наоборот!

Почти каждое новое задание, которое возникнет или будет поставлено перед космонавтами, обязательно выдвинет новые задачи и перед наземными службами обеспечения полетов. Опыт показывает: на управленцев приходится такая доля новых забот и обязанностей, что, как это ни парадоксально звучит, с повышением автономности корабля ощутимо увеличиваются обязанности управленцев на Земле. И хотя возможности и роль бортовых ЭВМ в управлении полетами, бесспорно, будут возрастать, сокращения объема работ на Земле, я думаю, ожидать не приходится. Да и вряд ли это будет выгодно. Экономии, пользы следует ожидать от повышения суммарной результативности, общей эффективности пилотируемых полетов.

Правильное, оптимальное распределение задач между «бортом» и «Землей», между человеком и бортовой автоматикой (включая ЭВМ), рациональное сопряжение действий экипажей и Центра управления, умелая работа управленцев всех рангов и специальностей были и останутся важнейшими условиями эффективности и безопасности космических полетов автоматических аппаратов и пилотируемых кораблей.

СКОРПИОН X-1—АНАЛОГ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

Что может быть общего между гигантскими радиогалактиками и небольшими радиисточниками в нашей Галактике? Впервые этот вопрос возник десять лет назад, когда установили, что известный рентгеновский источник Скорпион X-1 излучает и в радиодиапазоне, причем его радиоструктура оказалась удивительно похожей на структуру кратных радиогалактик. В центре этого радиисточника расположен компактный объект, связанный с двойной системой, а по обе стороны от него, на одной прямой — два протяженных источника.

Недавно американские ученые исследовали на радиоинтерферометре



радиоструктуру Скорпиона X-1. Они подтвердили прежние наблюдения и выявили еще несколько особенностей, усиливающих сходство Скорпиона X-1 с внегалактическими радиисточниками. Похожи не только их структура, но и спектры, характер переменной, величина объем-

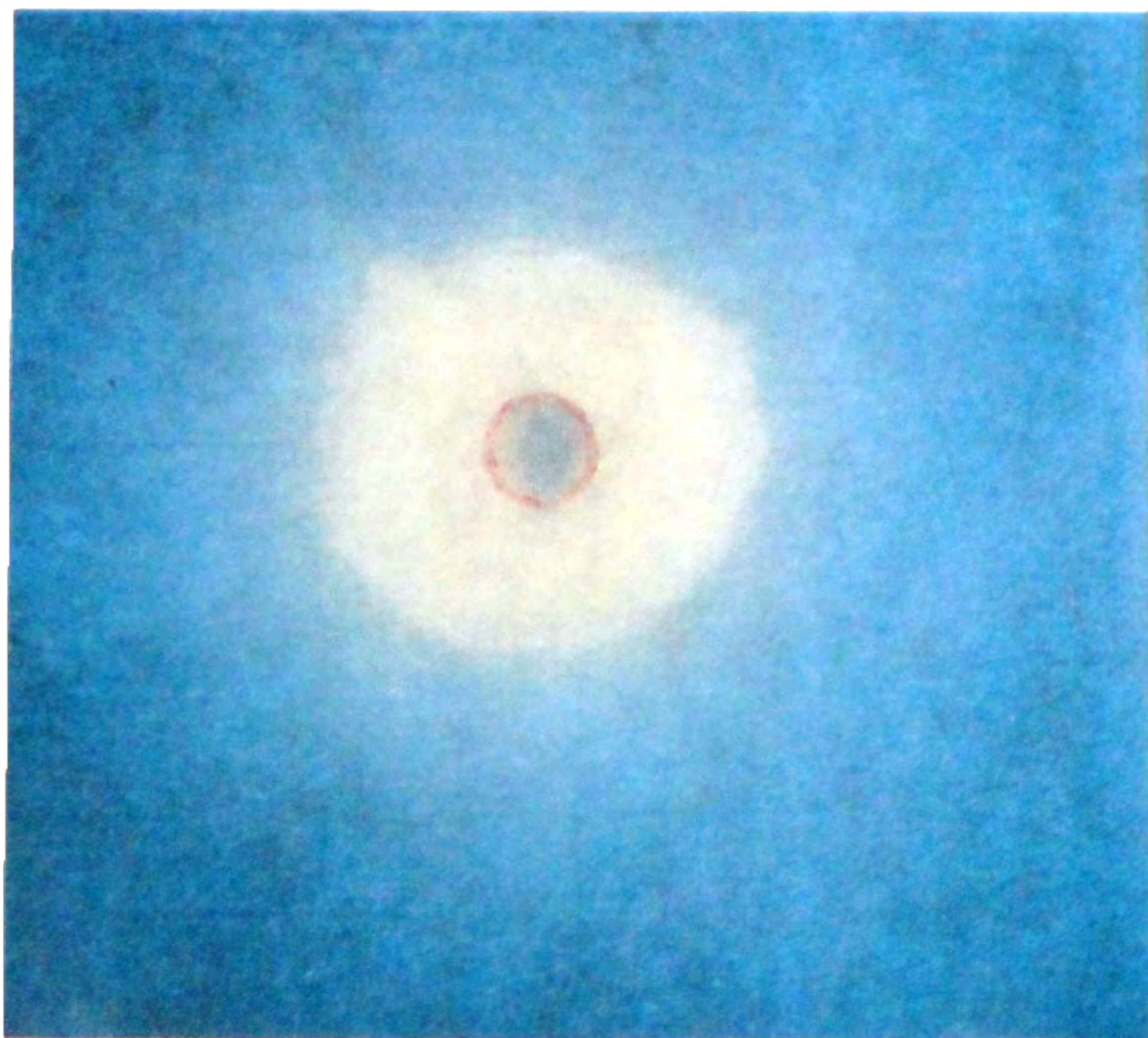
ного радиоизлучения, величина магнитного поля. Обнаружено лишь одно существенное отличие: внегалактические радиисточники в миллионы раз мощнее, чем Скорпион X-1. Но ведь и размеры этих объектов несравнимы!

Скорпион X-1 — двойная система (Земля и Вселенная, 1975, № 1, с. 37.— *Ред.*). Вокруг одного из компонентов — релятивистской звезды — формируется газовый диск, из которого вещество постепенно выпадает на эту звезду. Может быть, аналогичные процессы, но несравненно более мощные, идут и в далеких радиогалактиках?

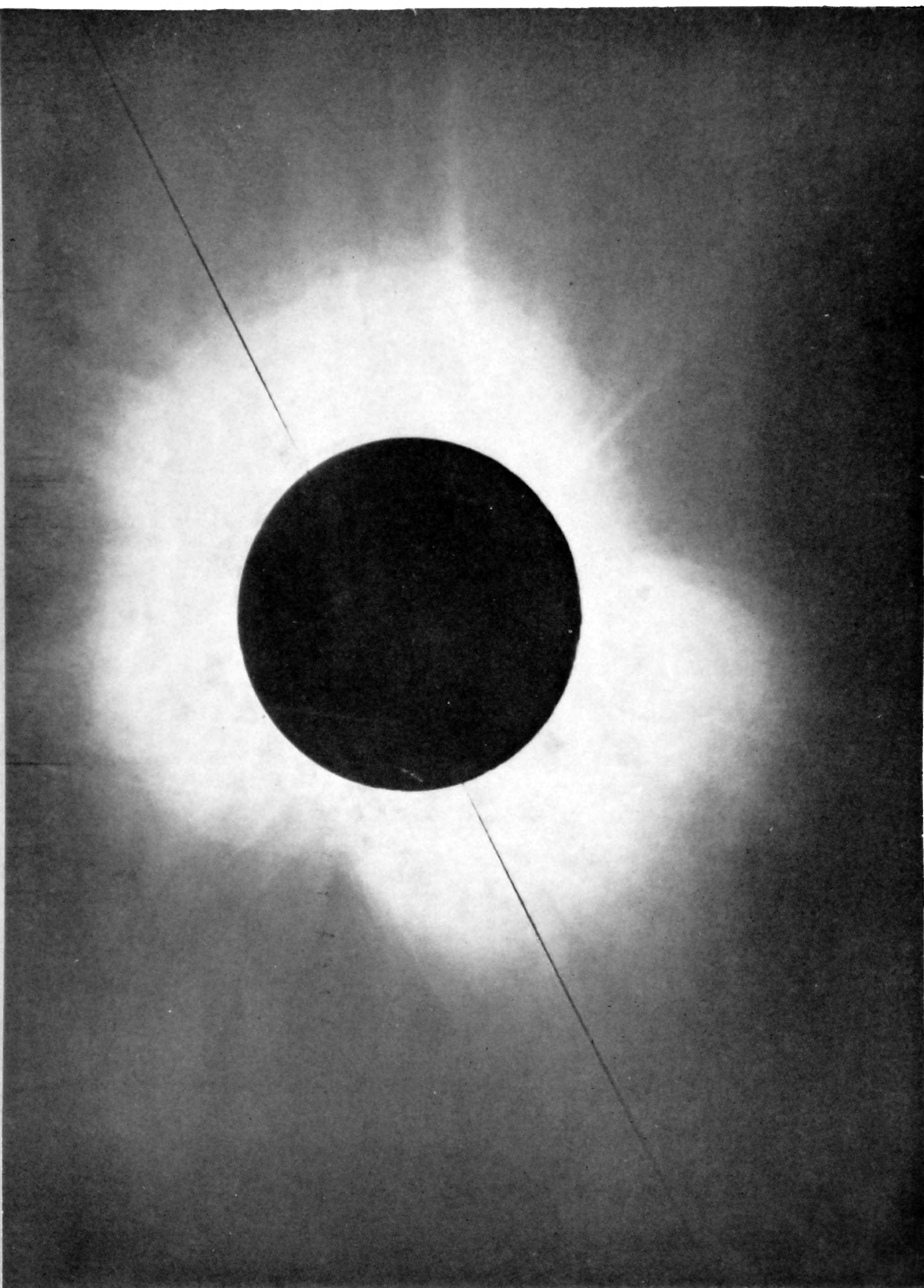
Astrophysical Journal, 1981, 86, 7.



Небо во время полной фазы затмения 31 июля 1981 года. Заревое кольцо во время затмения видно вдоль всего горизонта. Снимок сделал Н. Джалилов (ИЗМИРАН) камерой с широкоугольным объективом, охватывающим 150°



Внешняя корона. При фотографировании Ю. Жугжда и В. Люцанс (ИЗМИРАН) использовали камеру с фокусным расстоянием 300 мм и относительным отверстием $1:5,6$. Чувствительность цветной позитивной пленки 64 ASA, выдержка 3 секунды



Фотография солнечной короны, полученная во время полного солнечного затмения 31 июля 1981 года в районе Нижнеангарска сотрудниками Казанского университета и Астрономической обсерватории имени В. П. Энгельгардта. Темный диагональный штрих

служит для ориентации снимка. Снимок сделан на горизонтальном телескопе с целостатной установкой и дополнительным зеркалом. Диаметр объектива телескопа 20 см, фокусное расстояние 8 м



Доктор технических наук
Л. Б. БЕРНШТЕЙН

Приливные электростанции

Использование особых качеств энергии океанского прилива становится важным и актуальным для ряда регионов нашей планеты. В решениях XXVI съезда КПСС предлагается продолжить исследовательские и проектно-изыскательские работы по приливным электростанциям.

ЭНЕРГИЯ ОКЕАНСКОГО ПРИЛИВА

Потенциал приливной энергии по современным оценкам составляет 1 млрд. кВт. Это соответствует возможной выработке 2,5—3 трлн. кВт·ч. Наши исследования показали, что примерно половину этой мощности и энергии можно использовать при рациональном проектировании приливных электростанций (ПЭС) в странах, берега которых омываются морями, где высота прилива более 5 м. Конечно, такой энергопотенциал ПЭС нельзя рассматривать как панацею в решении глобальных проблем энергетики, поскольку современное потребление электроэнергии уже 8 трлн. кВт·ч в год, а в 2000 году достигнет 30 трлн.кВт·ч в год. Однако более триллиона киловатт-часов приливной энергии, сосредоточенной в ограниченном числе створов на побережьях океана, могут обеспечить энергией прилегающие крупные экономические регионы.

Использование энергии приливов ранее затруднялось специфическими особенностями ее природного цикла

(пульсирующий прерывистый характер) и относительно высокой стоимостью. Теперь препятствия эти представляются преодолимыми благодаря двум обстоятельствам. Первое заключается в изменившейся за последнее время энергэкономической ситуации в мире. Истощение таких невозобновляемых источников энергии, как газ, нефть, а также ограниченность запасов каменного угля и проблемы экологические выдвигают задачу — максимально использовать возобновляемые и чистые источники энергии. К таким источникам и относится приливная энергия океана (Земля и Вселенная, 1981, № 4, с. 32—38.—Ред.). Кроме того, неблагоприятное соотношение стоимости энергии ПЭС и вытесняемой ею энергии тепловых электростанций существенно изменилось в пользу приливной энергии, поскольку выросли цены на нефть.

Второе обстоятельство для обоснования строительства приливных электростанций состоит в возможности использования современных достижений в энергетике, строительной технике и машиностроении.

СОВЕТСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПРИЛИВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Приливная энергия обладает особым качеством — неизменностью ее среднемесячного потенциала в сезонном и многолетнем цикле. С другой стороны, ее прерывистость в течение суток и относительно небольшие колебания, зависящие от фазы Луны, позволяют сочетать приливные электростанции с речными, имеющими во-

дохранилища длительного регулирования. Поскольку такие водохранилища можно создавать лишь в избранных районах, родилась советская концепция о межнациональном использовании приливных электростанций. Суть ее в том, что неизменно гарантированные, но пульсирующие и прерывистые потоки энергии соединяются с энергией речных ГЭС с большими водохранилищами, что позволяет компенсировать краткосрочные паузы и колебания. Этот комплекс включается в объединенные системы, охватывающие также сверхмощные тепловые (атомные и угольные) электростанции. Он позволяет поглощать на обратимых агрегатах ПЭС ночную избыточную энергию (путем подкачки или откачки воды в бассейн ПЭС) и возвращать ее системе в дневные часы, когда повышается потребление энергии.

Используемая в таких комплексах приливная энергия уже не нуждается в дорогостоящих многобассейновых проектах. Их авторы разделяли бассейн ПЭС на несколько частей и, попеременно соединяя каждый из них с турбиной, пытались обеспечить постоянную мощность и энергию. Попытки эти были безрезультатны, так как противоречили самой сущности пульсирующего явления прилива.

Захватывая приливную энергию в ее естественном виде в однобассейновых наиболее дешевых установках (путем отсечения больших морских заливов) и перерабатывая ее в «котле» с энергией станций других типов, можно не только реализовать драгоценное качество приливной энергии (неизменность ее в сезонном и многолетнем цикле), но и «облаго-

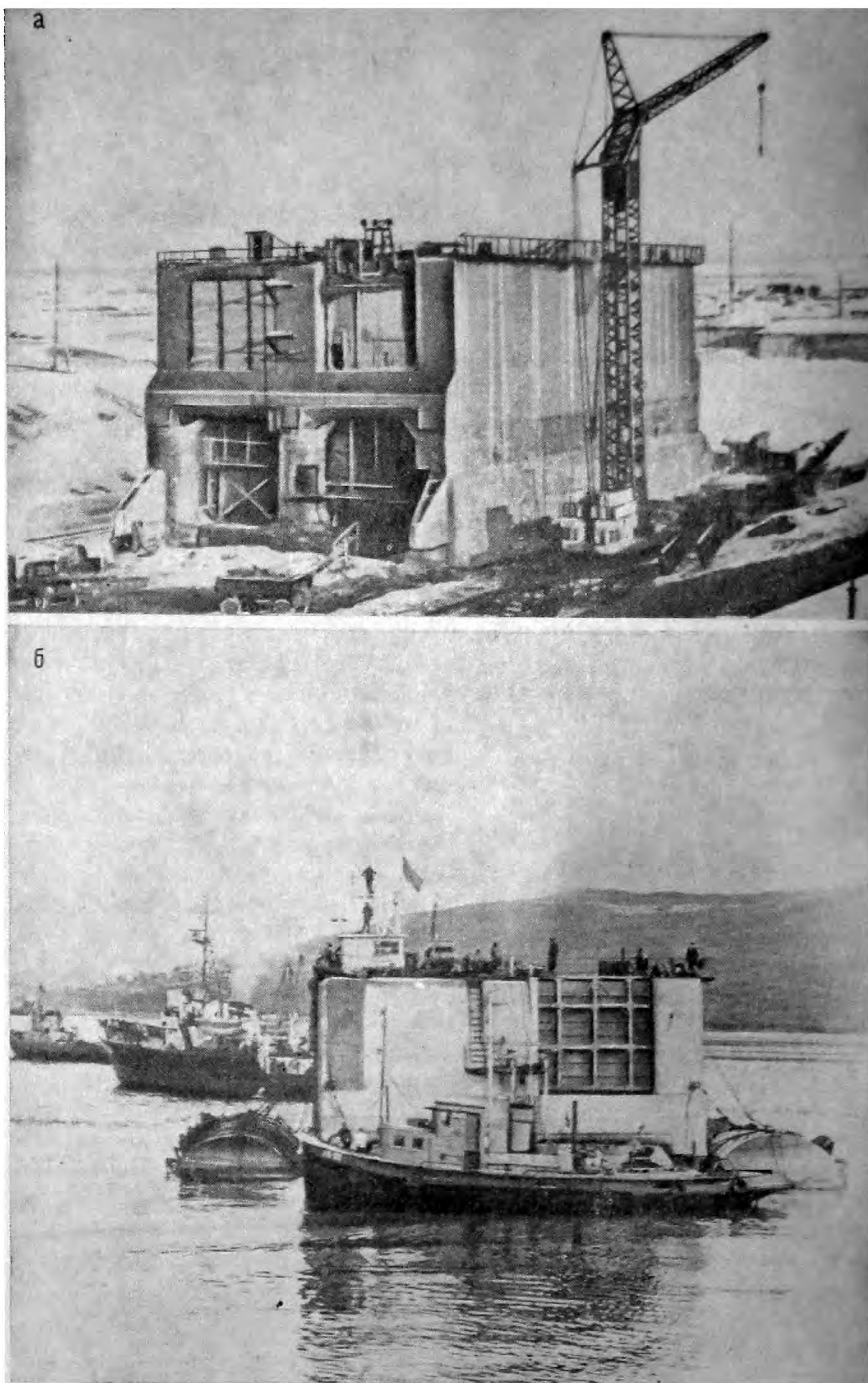
родить» ритм совместно работающих тепловых и речных станций.

Мы показали, что на примере создания подобных комплексов облегчается решение энергетических проблем в масштабе Западной Европы, Америки, СССР и некоторых других стран. Но для подобного решения приливные электростанции должны иметь мощность в миллионы киловатт. Так, в противовес небольшим двухбассейновым станциям, которые проектировались до 50-х годов, были предложены однобассейновые установки мощностью от 1 до 100 млн. кВт в заливах на берегах США, Канады, Англии, Франции и СССР.

Французские ученые Р. Жибра, Л. Вантруа, Р. Бонфий к середине 50-х годов также опубликовали свои работы по приливным электростанциям. Они разработали теорию циклов ПЭС и проект сверхмощной ПЭС Шозе. Более того, в 1958 году во Франции под руководством Л. Камерлоше, С. Казакчи и других специалистов был создан замечательный обратимый капсульный агрегат, который, эффективно реализуя шесть режимов, обеспечивает гибкую эксплуатацию ПЭС. На этой основе во Франции в 1967 году построили первую промышленную приливную электростанцию Ранс мощностью 240 МВт. Хотя в современных условиях дороговизны энергии станция и показала свою эффективность, в момент окончания строительства стоимость ее установленного киловатта в два с половиной раза превышала стоимость киловатта сопоставимых речных ПЭС. Это привело к тому, что приоритет дальнейшего строительства был отдан тогда атомным электростанциям.

НАПЛАВНОЙ МЕТОД

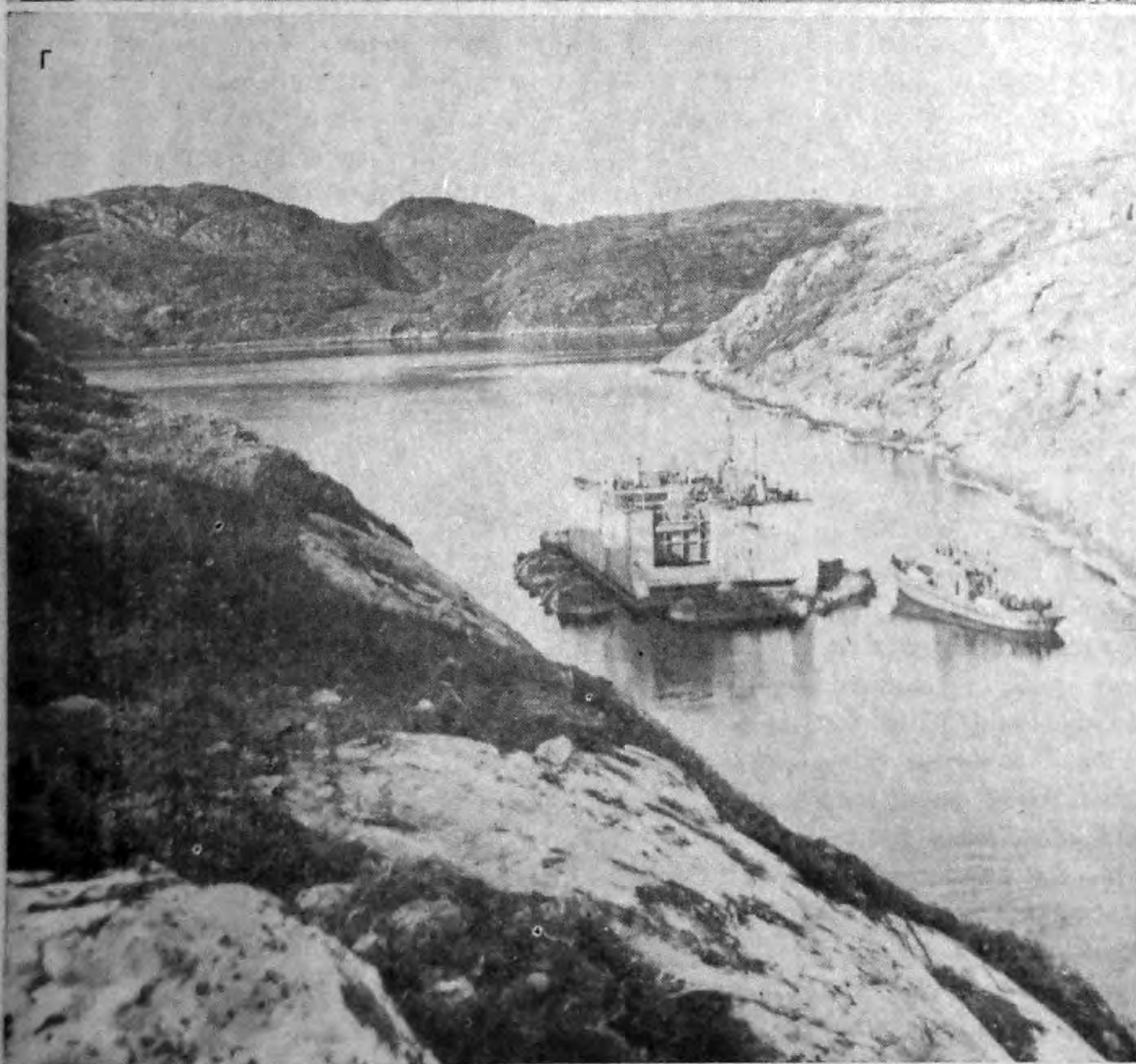
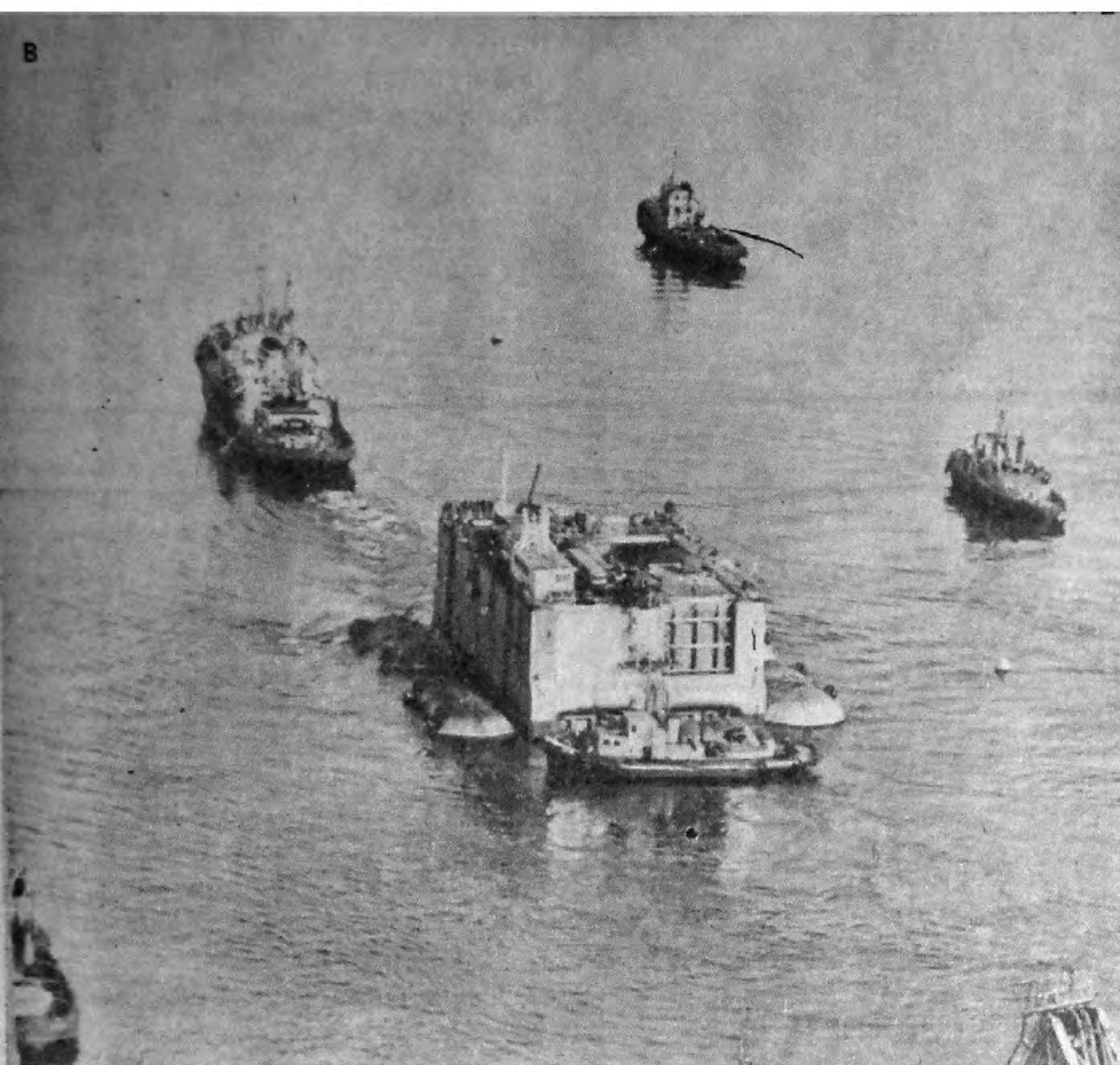
В строительстве станции Ранс значительная доля капиталовложений пошла на сооружение перемычки и водоотлива из котлована. Советские специалисты, сделавшие в те годы решительную попытку преодолеть экономический барьер в строительстве ПЭС, предложили сооружать ПЭС без перемычек — наплавным способом. Задача строительства значительно упростилась, так как появилась



возможность переносить работы с труднодоступного морского побережья с суровым климатом (например, в США, Канаде, СССР) в благоприятные условия приморского промышленного центра.

Наплавной способ строительства известен давно. Он применяется при

Кислогубская приливная электростанция. а — здание станции, возведенное в стройдоке на берегу Кольского залива, б — здание подготовлено к буксировке, в — буксировка здания по Кольскому заливу, г — здание ПЭС на рейде губы Кислой



возведении подводных тоннелей, причалов, плавучих доков, а в последнее время — при устройстве платформ для разведочного бурения и добычи нефти. Но гидроэлектростанции таким способом еще нигде в мире не строили. Это и понятно. Ведь здание ГЭС, которое испытывает гидростатический напор, по традиции сооружали из массивных железобетонных элементов. Но для наплавного способа нужно было легкое здание. Были и другие технические трудности, которые в комплексе привели к необходимости крупномасштабного эксперимента.

ПРОВЕРКА НОВОГО РЕШЕНИЯ

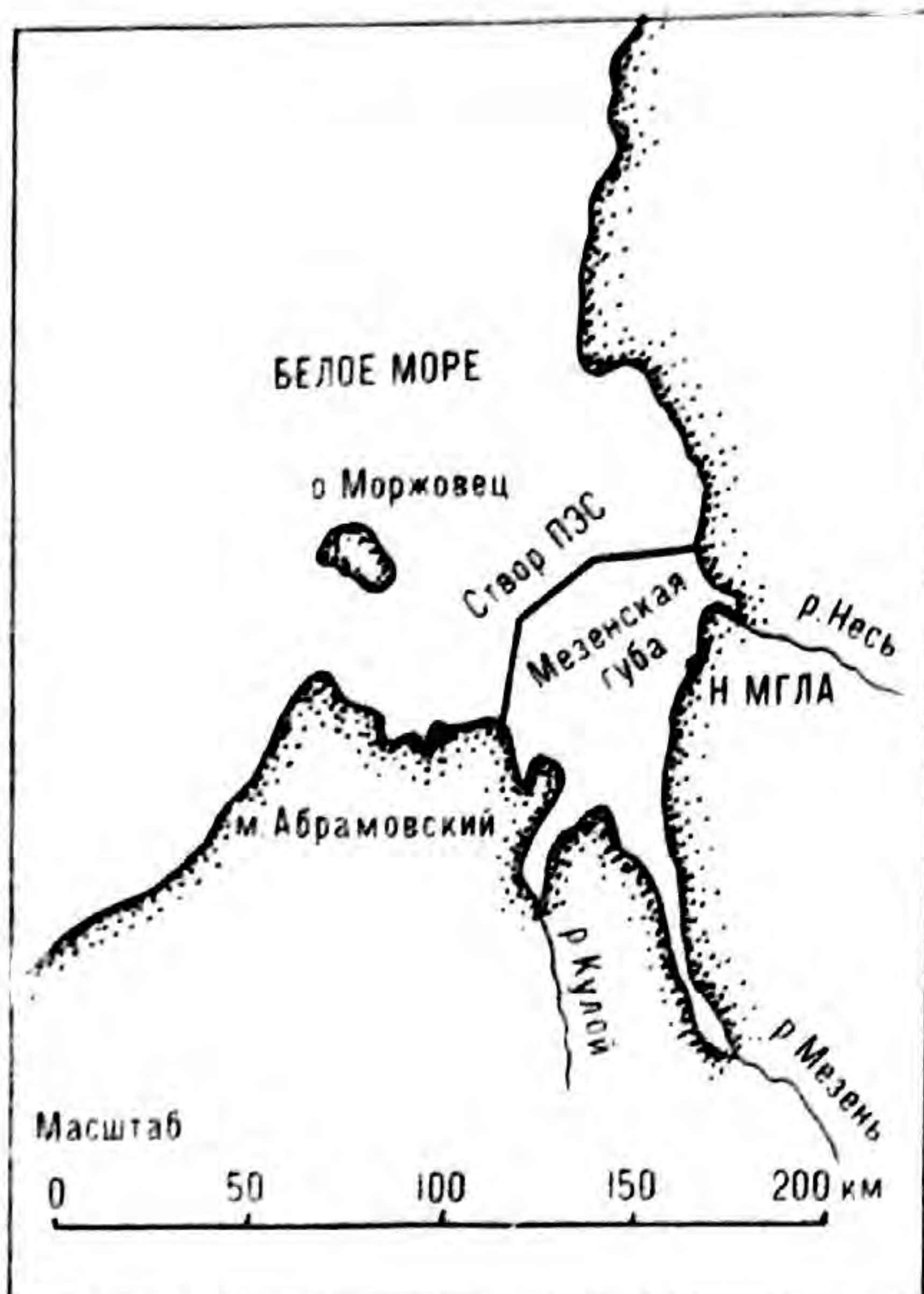
При выборе створа для такой экспериментальной установки мы руководствовались следующими соображениями. Первой станции как опытной установке не требуется большая мощность, так как принципиальные вопросы создания приливных агрегатов были к тому времени (1958 год) уже решены во Франции. Целью дальнейшего эксперимента стала разработка наплавной конструкции, материалов для нее, способов производства работ, обеспечивающих изготовление здания в стройдоке в приморском промышленном центре, доставку его морем со смонтированным оборудованием в труднодоступный с суши створ. Выбранный створ в губе Кислой на побережье Баренцева моря недалеко от Мурманска удовлетворял всем необходимым условиям. Глубокий бассейн губы площадью 1 км² соединен здесь с морем узким и мелководным горлом, где высота прилива достигает 3,8 м. Относительная близость створа к линиям высоковольтных передач обеспечивала работу ПЭС в энергосистеме.

Наплавной корпус здания ПЭС размерами 36×18×15 м³ выполнили из тонкостенного (15—20 см) железобетона в стройдоке на мысе Притыка. После монтажа капсульного гидроагрегата стройдок затопили, и здание ПЭС всплыло. С помощью морских буксиров его доставили на рейд губы Кислой, где и погрузили на основание.

Почти 15 лет эксплуатации и исследований Кислогубской ПЭС показали правильность и надежность всех инженерных решений, осуществленных при ее сооружении. В дальнейшем маленькая Кислогубская ПЭС, построенная в 1968 году, стала основой для проектов мощных ПЭС во всем мире. В основе проектов мощных ПЭС в заливе Фанди (Канада), намеченных строительством в ближайшие годы, принята наплавная конструкция, прототипом которой служит Кислогубская ПЭС; она же принята в проекте ПЭС Северн (Англия). Наплавной метод строительства приливных электростанций в зарубежных технических изданиях получил название советского.

Заметим, что в современных наиболее крупных зарубежных проектах реализуется и основное положение нашей концепции — включение ПЭС в объединенные энергосистемы. Так, для тех мест залива Фанди, где до 60-х годов проектировались небольшие двухбассейновые приливные электростанции, теперь разработаны проекты мощных ПЭС, из которых намечено осуществить до 1990 года станции Камберленд мощностью 1,2 млн. кВт и Коубквид мощностью 4 млн. кВт. Установки эти запроектированы как однобассейновые, они будут действовать в объединенных энергосистемах приморских провинций. Использование водохранилищ существующих и проектируемых гидроэлектростанций и электростанций других типов позволяет обойтись без строительства дублирующих электростанций для регулирования ПЭС, а также использовать последние для облагораживания работы тепловых и атомных электростанций и экономически обосновать ПЭС. Этого не смогли достичь там, где проектируются двухбассейновые приливные станции (США, Англия) и не удается их вписать в объединенные энергосистемы (французская станция Шозе).

В СССР концепция однобассейновых ПЭС и их участие в энергосистемах, объединяющих гидро- и теплоэлектростанции, положены в основу проектирования мощных ПЭС. Понятно, что наплавная конструкция применяется во всех этих проектах.



Створ приливной электростанции в Мезенском заливе

НАШИ ПЕРСПЕКТИВЫ

В СССР ведутся исследования по подготовке и проектированию ряда ПЭС на побережье Белого моря, где высота прилива достигает 10 м, и Охотского моря, где она доходит до 13,5 м. В Мезенском заливе (здесь может быть создан бассейн площадью 2215 км²) высокие приливы способны дать мощность 8,8 млн. кВт с годовой отдачей 25 млрд. кВт·ч. Створ приливной электростанции имеет форму, удобную для расположения здания ПЭС на такой глубине, чтобы избежать подводной выемки грунта, которая стоит дорого. Во всех этих проектах применяется наплавная конструкция. Благодаря обратной работе капсульных агрегатов Мезенская ПЭС способна выполнять весьма важную роль аккумулятора избыточной энергии мощных тепловых и атомных электростанций центральных районов страны в периоды слабой нагрузки — с тем, чтобы возвращать эту энергию в часы пикового потребления. Но поскольку створ станции удален на большое расстояние от центров потребления (на 1200 км), Мезенская ПЭС в ближайшем будущем окажется эффек-

тивной, лишь работая на потребителя-регулятора (бойлеры, теплицы) ближайших территорий.

Можно построить аналогичную мощную ПЭС, если плотиной длиной 37 км отсечь Тугурский залив в южной части Охотского моря. Сочетание Тугурской ПЭС с речной гидроэлектростанцией на реке Бурее даст мощность до 5 млн. кВт. Если же отсечь Пенжинский залив в створе мысов Дальний — Поворотный, то реальным станет создание самой мощной ПЭС, у которой мощность будет порядка 100 млн. кВт с годовой отдачей 300 млрд. кВт·ч. Большие глубины в этом створе позволяют устанавливать многоярусные наплавные блоки здания ПЭС. Необычно большие параметры станции в Охотском море и несоответствие их современным потребностям в энергии подсказывают: здесь нужны потребители-регуляторы, способные использовать колоссальную энергию для производства актуальной продукции, например водорода. То, что при этом будет экономиться 100 млн. т условного ископаемого топлива, а продукция начнет немедленно поступать к потребителям в различные страны, говорит о реальности такого решения и его значимости для международного сотрудничества.

В связи с разработкой этих грандиозных проектов отметим некоторые серьезные технические проблемы.

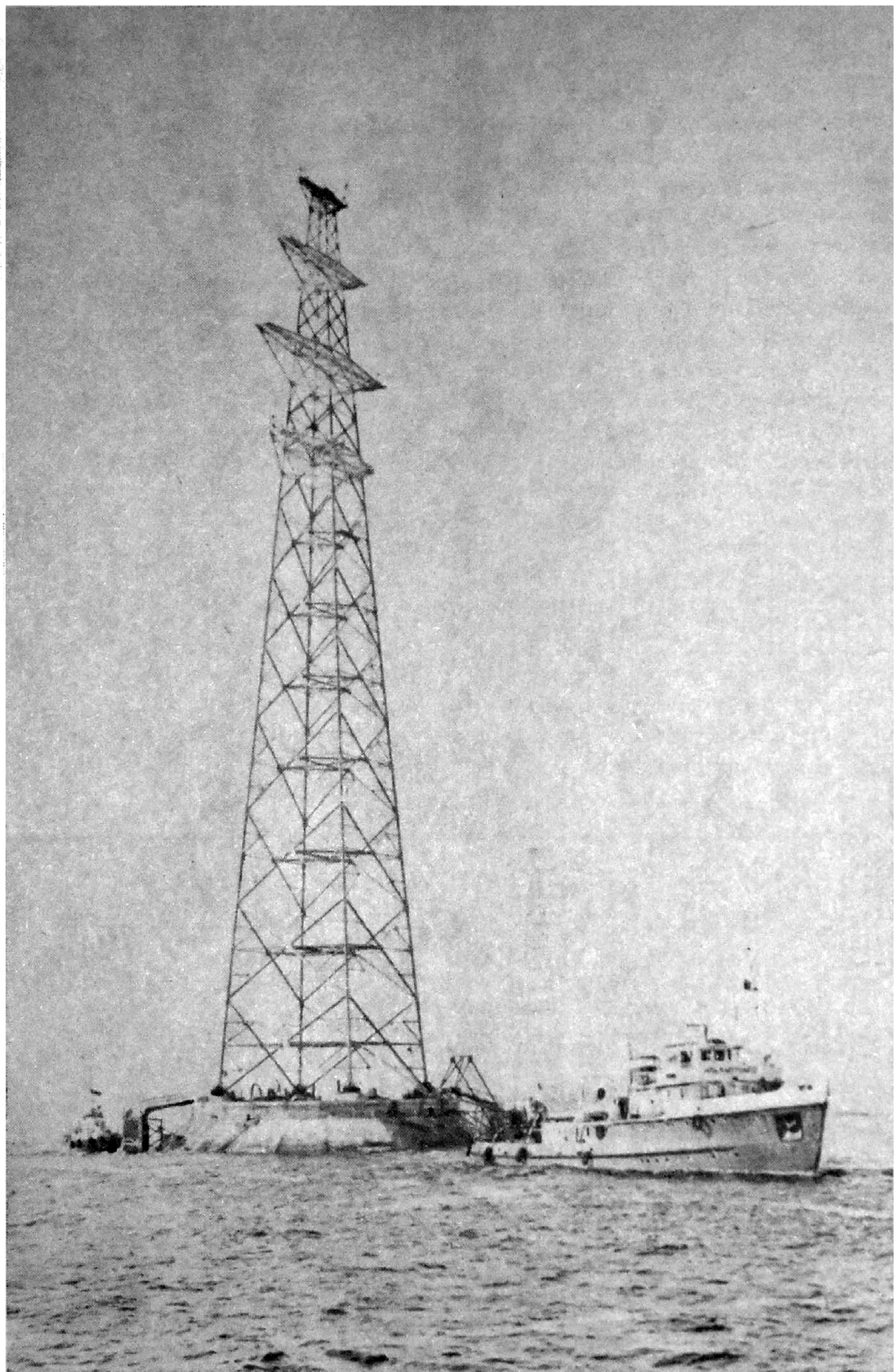
Створ приливной электростанции в Пенжинском заливе



Первая — создание более мощных капсульных агрегатов. Специфика приливных электростанций в том, что необходимо пропускать огромное количество воды при малых напорах, а это требует большого числа капсульных агрегатов — сотен и даже тысяч. В результате растут затраты. Кардинальное уменьшение числа агрегатов достигается увеличением диаметра рабочего колеса агрегата. И это тоже сложная проблема. В СССР создан капсульный агрегат с диаметром консольного рабочего колеса 7,5 м, а недавние исследования во Франции показали, что реально изготовление агрегата с диаметром колеса, даже превышающим 8 м. В настоящее время канадское правительство ассигновало 25 млн. долларов на строительство в Аннаполисе (берег залива Фанди) опытной ПЭС, на которой будет испытан прямоточный гидроагрегат страффо с диаметром рабочего колеса 7,4 м. Мощность его 17,8 тыс. кВт.

Весьма перспективным представляется создание плотин, образующих бассейн ПЭС, методом концентрированных взрывов. При этом стоимость работ удешевляется в десять раз. Понятно, что изготовление сотен грандиозных наплавных блоков (как, скажем, для Пенжинской ПЭС) — непростая задача. Однако современный опыт строительства большого количества подводных тоннелей из погружных секций облегчает эту задачу. Например, около двухсот таких секций длиной до 100 м и весом до 10—14 т каждая были установлены на глубине до 50 м при сооружении Часпакского Сан-Францисского (США) и Роттердамского (Голландия) тоннелей, а платформы и резервуары для добычи нефти Брент, Экофикс, Кармаран, Фриг, Данлин на шельфе Северного моря, изготовленные в шотландских и других строительных доках, устанавливались на глубине до 175 м.

Весьма убедительным оказался такой эксперимент, поставленный в промышленном масштабе: на наплавных фундаментах были возведены опоры для перехода высоковольтной линии через Каховское водохранилище. После испытания в стройдоке на



*Буксировка 100-метровой опоры
линии электропередачи
на наплавном фундаменте.
Каховское водохранилище,
1977 год*

водонепроницаемость их отбуксировали в водохранилище и погрузили вместе со смонтированными опорами. Этот эксперимент в промышленном масштабе показал, что крупные наплавные блоки можно изготавливать и из сборного железобетона.

Чтобы успешно реализовать новые технические решения (модифициро-

ванные гидроагрегаты, многоярусные наплавные конструкции, возведение плотин взрывным способом), необходимы их предварительные практические разработки с последующим опробованием на сооружении меньшего масштаба, но также имеющем промышленное значение. Для этого сейчас предлагается осуществить строительство Кольской приливной электростанции мощностью 50—100 тыс. кВт. Наплавные блоки ПЭС предлагается изготовить в строительном доке на берегу Кольского залива. Кольская ПЭС может сочетаться с проектируемой поблизости речной ГЭС или работать на потребителя-регулятора.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Работа приливных электростанций, использующих естественные колебания уровня воды в морском заливе, отгороженном плотиной, не оказывает пагубного воздействия на окру-

жающую среду. Об этом говорят результаты исследований для ПЭС Северн (Англия). О том же свидетельствует опыт эксплуатации станции Ранс и Кислогубской ПЭС. Регулирование прилива в бассейне Ранс привело к тому, что условия судоходства даже улучшились и бассейн ПЭС превратился в озеро, удобное для отдыха и туризма. Исследования, проведенные на Кислогубской ПЭС, показали, что интенсивный обмен вод бассейна для получения максимальной выработки энергии не только сохраняет природные условия, не нанося ущерба им, но и способствует развитию искусственного рыбозаведения. Это подтвердили также исследования для проекта ПЭС в заливе Фанди.

В ходе исследований по проекту ПЭС Северн выяснилось, что существует реальная опасность заполнения бассейна станции наносами. Но это можно устранить, как доказали исследования сотрудников Института океанологии АН СССР в связи с

проектом Мезенской ПЭС, скорректировав режим станции и включив в него промыв бассейна.

Создание приливных сверхмощных электростанций может быть особенно эффективным, если удастся объединить усилия многих стран. И дело тут не только в грандиозности самой задачи. Немалую роль играет и особая технология строительства приливных электростанций. Эти работы могли бы выполнять страны, уже имеющие опыт серийного возведения наплавных конструкций, а также располагающие мощным флотом для буксировки конструкций со стапелей и строительных доков. Производство гидромеханического оборудования под силу лишь странам с развитым энергомашиностроением.

Итак, надо надеяться, что приливая энергия, рожденная «игрой космических сил» на просторах Мирового океана, будет покорена объединенными усилиями стран, берега которых омывают моря с высокими приливами.

ОТКРЫТИЕ ПАМЯТНИКА МЕТЕОРИТУ

Более чем двухвековой этап истории знаменитого метеорита Палласово Железо (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 81—86.—*Ред.*) завершился летом 1981 года торжественным открытием памятного знака. Он установлен на вершине сопки, получившей наименование «Метеоритная», на которой в 1749 году и была найдена загадочная 700-килограммовая железокремневая глыба метеорита.

Представители Комитета по метеоритам АН СССР, Комиссии по метеоритам СО АН СССР, отделений ВАГО, прессы, радио и телевидения приехали в Красноярск, где 28 июля 1981 года состоялось заседание, посвященное открытию памятника. Прочитанный на заседании доклад председателя Комитета по метеоритам АН СССР Е. Л. Кринова, выступления ответственного секретаря Красноярского краевого отделения Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры А. Ф. Ворошко, председателя Красноярского отделения ВАГО В. Е. Чеботарева и автора этих строк познакомили собравшихся с историей метеорита Палласово Железо и его значением для науки, с работой экспедиций, уточнивших в 1978 го-



ду место находки метеорита (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 50—52.—*Ред.*), с созданием проекта памятника метеориту. О связи проблемы метеоритов и других форм дисперсного твердого вещества с проблемами существования и распространения («диффузии») жизни во Вселенной рассказал кандидат физико-математических наук Ф. А. Цицин. Членам экспедиции 1978 года, а также наиболее активным их помощникам в Красноярске — А. Я. Пусеп и П. Ф. Платову и автору проекта памятного знака Ю. П. Ишханову были вручены почетные грамоты Комитета по метеоритам АН СССР и Красноярского отделения ВАГО.

А затем наиболее решительные участники торжеств отправились в тайгу, на гористый водораздел рек Убей и Сисим (в 200 км от Кра-

сноярска), где должно было состояться торжественное открытие памятника. Им предстояло пройти свыше 20 км по сопкам с крутыми спусками и подъемами.

По счастливому совпадению, район находки метеорита попал в полосу полной фазы солнечного затмения 31 июля 1981 года. И хотя путешествие началось под моросющим дождиком, в момент затмения природа сжалась и сквозь тонкую пелену облаков мы увидели в просвете между кронами пихт и сосен, как в быстро наступивших густых сумерках вспыхнула вокруг темного солнечного диска лучистая корона! А спустя несколько минут улегшиеся было спать наши верные помощники — две выюжные лошади были подняты на ноги, и вскоре мы достигли цели — вершины сопки Метеоритной. Возле двухметрового чугунного диска, на котором изображены полет болида и упавший метеорит, выстроилось более 30 человек. С краткими речами выступили представитель краевого комитета КПСС, заместитель председателя Красноярского отделения ВАГО И. М. Петров, сотрудник Комитета по метеоритам АН СССР И. Т. Зоткин и автор этих строк. Особенно приятно мне было поблагодарить краеведа И. Т. Лалетина, предложившего в 1976 году установить па-



*Открытие памятника метеориту
Палласово Железо —
«родоначальнику» метеоритики*
Фото В. Грязнова

мятник метеориту Палласово Железо, а также многочисленных энтузиастов, которые помогали в этом деле. Кульминацией торжеств стал фальшфейер, почти повторивший своим видом — ослепительное пламя и длинный дымный хвост — картину болида.

Сразу же после открытия памятника большинство отправилось в обратный путь. Лишь шесть человек остались, чтобы уточнить границы территории, которую предполагается объявить памятником природы «Отрог Палласова Железа».

Но торжества на этом не закончились. 1 августа, в день, официально указанный в пригластных билетах Красноярского отделения ВАГО днем открытия памятного знака, в наш экспедиционный лагерь на ключе Домашнем в истоках Малого Ижата прибыли представители районного центра Новоселово во главе с заместителем председателя райисполкома А. А. Ярлыковым. И вновь на вершине сопки Метеоритной выстроились участники торжества, на этот раз 13 человек. Мы услышали интересный рассказ А. А. Ярлыкова, осуществившего в июле 1980 года доставку и установку памятного знака массой более тонны. Работа была не из легких. Девять деталей сборного памятника бульдозер и трактор доставили по долинам рек Убей и Малый Ижат к подножию довольно крутой сопки,

поросшей густым лесом и усеянной глыбами гранита, а затем подняли на ее вершину. Всем прибывшим из Новоселова были вручены значки с надписью «Метеорит Палласово Железо», выпущенные по инициативе Красноярского отделения ВАГО. День завершился деловой беседой у костра о работе, которую необходимо провести для оформления будущего памятника природы, о выборе удобных маршрутов к нему. Памятник природы «Отрог Палласова Железа», занимающий около 50 000 м², будет включать памятник метеориту на вершине сопки, знак, отмечающий точное место находки метеорита (в 400 м от вершины сопки), «Утес Медведева» с выходом жилы магнетита, старинные шурфы и др.

Кандидат физико-математических наук
А. И. ЕРЕМЕЕВА



Воспоминания о С. П. Королеве

(к 75-летию со дня рождения)

Издательство «Наука» готовит к печати книгу «Академик С. П. Королев. Ученый. Инженер. Человек. (Творческий портрет по воспоминаниям современников)». Главный редактор — академик А. Ю. Ишлинский. Документальная композиция доктора технических наук Г. С. Ветрова при участии Е. А. Тумовского.

Книга составлена из воспоминаний соратников академика С. П. Королева и людей, близких ему в разные периоды жизни. Авторами воспоминаний выступают крупные ученые, руководители промышленности, партийные и советские работники, инженеры и рабочие, друзья детства и родственники С. П. Королева.

В книге широко представлены эпизоды научной биографии С. П. Королева, размышления об особенностях его творческого стиля, научных принципах, о его человеческих качествах.

Ниже публикуются воспоминания двух ближайших соратников С. П. Королева — Главного конструктора двигателей академика В. П. ГЛУШКО и Главного конструктора систем управления академика Н. А. ПИЛЮГИНА.

Академик В. П. Глушко. 12 января 1907 года в Житомире в семье учителя родился мальчик Сережа. Юные годы Сергея прошли на юге Украины. В 1924 году он окончил Одесскую строительную профтехническую школу. В те годы было принято выпускников средних учебных заведений обучать рабочей профессии. Так Сергей Павлович получил специальность рабочего — черепичника.

(Достоверность сказанного могу подтвердить на основании личного опыта, так как я тоже получил среднее образование в Одессе — окончил в 1924 году профтехническую школу, но не строительную, а металлостроительную. Диплом об окончании мне дали после того, как я полгода поработал практикантом на заводе гидравлической арматуры — сначала слесарем, потом токарем.)

В 1930 году Сергей Павлович окончил аэромеханический факультет Московского высшего технического училища по специальности самолетостроение. Учебу Сергей Павлович совмещал с работой на заводах нашей молодой, тогда еще только создававшейся авиационной промышленности. На авиазаводах он начал работать с 1927 года — сначала техником, затем инженером, испытателем новых самолетов, руководителем группы.

С 1928 по 1930 год Сергей Павлович окончил школы летчиков-планеристов и пилотов-парителей (получив свидетельство пилота-парителя за № 12 — одно из первых в СССР).

В эти годы Сергей Павлович совмещал работу инженера-конструктора и испытателя, участвовал в разра-

ботке и испытаниях первых образцов новых самолетов, работая под руководством выдающихся конструкторов А. Н. Туполева, Д. П. Григоровича и Н. Н. Поликарпова.

Еще школьником Сергей Павлович в 1923 году создал проект планера, впоследствии он построил несколько планеров и легких самолетов собственной конструкции: планер «Коктебель» (совместно с С. Н. Люшиным), на котором в 1929 году пилот К. К. Арцеулов установил всесоюзный рекорд дальности полета; планер нового типа СК-3 «Красная звезда» — на этом аппарате летчик В. А. Степанченко впервые в мире выполнил в октябре 1930 года мертвую петлю и другие фигуры высшего пилотажа. Необходимо также упомянуть предназначавшийся для дальних полетов легкий спортивный двухместный самолет СК-4 с мотором Вальтер мощностью 60 л. с., созданный в 1929 году и испытанный летчиком Д. А. Кошиц.

Проект этого самолета Сергей Павлович защитил в качестве дипломного проекта при окончании Московского высшего технического училища.

Большое впечатление произвело на Сергея Павловича знакомство с работами и идеями К. Э. Циолковского.

С 1931 года, еще работая в авиационной промышленности, Сергей Павлович начал исследования в области ракетной техники — в кружке энтузиастов Осоавиахима.

Следует отметить, что в те годы, да и во многие последующие, не все признавали за ракетной техникой право на существование. Ею занимались только энтузиасты, снискавшие



*Сергей Павлович
Королев (1907—1966)*

себе прозвище «лунатиков». Представители различных областей науки относились к ним, в лучшем случае, снисходительно.

Наибольший интерес в этот период представляет работа Сергея Павловича в Группе изучения реактивного движения (сокращенно ГИРД, или, как в шутку называли ГИРД, — группа инженеров, работающих даром) при Осоавиахиме.

Вначале это была группа энтузиастов-общественников. В нее входили:

Ф. А. Цандер, А. И. Полярный, М. К. Тихонравов, Б. И. Черановский, Ю. А. Победоносцев, М. С. Кисенко, С. П. Королев.

Впоследствии ГИРД объединили с Газодинамической лабораторией (ГДЛ); на их базе и возник первый в СССР ракетный институт — РНИИ.

В ГИРДе Сергей Павлович участвовал в создании двигателя ОР-2, а затем в постройке и пуске первой советской жидкостной ракеты.

Сергей Павлович занимался в ГИРДе и РНИИ ракетными крылатыми летательными аппаратами дальнего действия. Некоторые экспериментальные ракеты (№№ 216, 217,

212, 48 и другие) были испытаны в полете.

В 1935 году Сергей Павлович разработал и построил двухместный планер СК-9 для полетов на буксире и совершил на нем (в качестве пилота) перелет Москва—Феодосия—Москва. Буксиром служил самолет П-5. На этот планер затем установили жидкостный ракетный двигатель — появился одноместный ракетопланер РП-318 с полетным весом 700 кг. Поначалу на нем был установлен опытный двигатель ОРМ-65, а позднее — его модификация. 28 февраля 1940 года В. П. Федоров совершил на ракетопланере полет продолжительностью 110 секунд. Так впервые в СССР человек полетел на аппарате с жидкостным ракетным двигателем (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 58—61.— Ред.).

По моему ходатайству, С. П. Королева направили к нам в ОКБ. Он горячо взялся за руководство работами, связанными с установкой наших двигателей на боевых самолетах, проявив во всем блеске свой талант. С 1942 по 1946 год С. П. Королев был заместителем главного конструктора ОКБ по летным испытаниям.

Еще в РНИИ нас связала преданность любимому делу и взаимная заинтересованность в сотрудничестве: под руководством Сергея Павловича разрабатывались летательные аппараты, а под моим — двигатели для них.

В 1942—1943 годах Сергей Павлович разработал вспомогательную ракетную установку для самолета Пе-2, используя жидкостный ракетный двигатель с насосной подачей РД-1. А в 1945 году успешно прошел испытания двигатель РД-1ХЗ на самолете Пе-2Р. Сергей Павлович не только был конструктором самолетной части реактивной установки и всего комплекса наземного заправочного и стартового оборудования, но и в качестве инженера-экспериментатора лично принимал участие в летной отработке установки.

В связи с успешным завершением стендовых и летных испытаний двигателя РД-1ХЗ члены коллектива нашего ОКБ, в том числе и Сергей Пав-

лович, были награждены в 1945 году орденами.

Следует упомянуть серию интереснейших научных исследований высоких слоев атмосферы — по заданию Академии наук СССР их проводили с помощью ракет. При этом аппаратуру и подопытных животных возвращали на Землю. Научную ценность таких работ, выполнявшихся совместно коллективами ОКБ С. П. Королева и институтов АН СССР, трудно переоценить.

Нет необходимости продолжать длинный перечень конструкций, разработанных под руководством Сергея Павловича. Отмечу только, что эти разработки сделаны на высоком научно-инженерном уровне. Советское правительство и АН СССР по достоинству оценили труд Сергея Павловича. Дважды — в 1956 и в 1961 годах — ему присваивалось звание Героя Социалистического Труда, он был избран действительным членом АН СССР.

Сергей Павлович имел за плечами большой опыт творческой работы по созданию летных машин. Это послужило хорошим фундаментом для последующих разработок в области ракетной техники.

Талант ученого и инженера, незаурядные организаторские способности — вот слагаемые успеха Сергея Павловича в его нелегкой работе. Особо хотелось бы подчеркнуть целеустремленность и настойчивость, характерные для всей его деятельности.

Мне тем легче судить о Сергее Павловиче, что работать приходилось с ним в различных обстоятельствах. Впервые мы встретились в 1932 году, когда Сергей Павлович с группой работников ГИРДа приехал к нам в ГДЛ знакомиться с работой лаборатории и я на стенде демонстрировал жидкостный ракетный двигатель в действии.

Нельзя не отметить личное мужество Сергея Павловича, проявленное им во время летной отработки двигателей РД-1 и РД-1ХЗ. На самолетах доводочные испытания этих двигателей проходили далеко не всегда гладко, особенно при запусках двигателей на больших скоростях и вы-

сотах полета. Было несколько случаев, когда при попытке запуска двигатель взрывался и повреждал хвостовое оперение самолета настолько, что потом приходилось только удивляться искусству летчика, умудрившегося посадить самолет на аэродром. Поведение Сергея Павловича, лично принимавшего участие в полетах, после каждой такой аварии у нас, у двигателей, вызывало чувство глубокого уважения к нему.

Говоря об одаренности Сергея Павловича, не следует забывать, что с нашей стороны, со стороны главных конструкторов, было бы принципиально неверно объяснять успех в работе только личными качествами главного конструктора. В наш век сложной, комплексной техники все индивидуальные попытки создать какие-либо машины обречены на неудачу.

Поэтому, отмечая достоинства Сергея Павловича, к числу которых, безусловно, надо отнести и его организаторский талант, необходимо отдать должное и коллективу ОКБ — ведь именно коллектив является в итоге непосредственным творцом.

Наконец, нельзя умолчать и о тех весьма благоприятных условиях для творческой работы, которые были созданы партией и правительством.

Естественно возникает вопрос: какое же место занимает Сергей Павлович в отечественной ракетной технике?

После К. Э. Циолковского ценный вклад в развитие теории ракетного движения сделали два других наших талантливых соотечественника — Ю. В. Кондратюк и Ф. А. Цандер. Но собственно по ракетам они ничего создать не успели. Работы других исследователей, строивших и запускаявших малые, примитивные ракеты, носили поисковый характер и не привели к созданию ракет, имевших практическое значение. Сергей Павлович и руководимый им коллектив, используя отечественный и зарубежный опыт, не только обогатили теорию, но создали ракеты наиболее совершенного типа для данного уровня технического развития. Таким образом, по своей роли в истории отечественного ракетостроения Сер-

гей Павлович занимает первое место после К. Э. Циолковского.

Необходимо отметить, что советская ракетно-космическая техника создавалась главными конструкторами (на начальном этапе — под общим руководством С. П. Королева) с привлечением отраслевых и академических институтов, а также многих заводов.

Уместно вспомнить о вкладе, который внес академик М. В. Келдыш, с 1961 по 1975 год возглавлявший Академию наук СССР, в разработку теоретических проблем космонавтики, программ научных исследований в космосе и обеспечение их приборами, привлекая для этого институты АН СССР. Также велика заслуга М. В. Келдыша и в том, что он активно поддерживал программы развития ракетостроения и космонавтики в СССР и участвовал в их составлении.

Решающую роль в создании советской ракетно-космической науки и техники сыграли высокий уровень промышленного развития Советского Союза, достижения отечественной науки и самоотверженный труд всего советского народа, руководимого Коммунистической партией и ее ленинским Центральным Комитетом.

Академик Н. А. Пилюгин. Я считаю для себя счастьем знакомство с Сергеем Павловичем Королевым и многие годы работы с ним, с коллективом, которым он руководил. Сергей Павлович был крупным инженером, крупным организатором и безусловно крупным ученым. Он является родоначальником практической космонавтики — и как человек, заложивший теоретические основы создания космических систем, и как человек, сделавший исключительно много для их практического осуществления.

С Сергеем Павловичем я познакомился летом 1945 года. Все мы, кому было поручено заниматься ракетной техникой, сразу почувствовали в нем настоящего организатора, способного многих увлечь и сплотить. С первых шагов развития ракетной техники у нас возникли большие трудности — зачастую ответственные руководители отказывались верить в успех дела. Такое отношение к нашей работе по-

могли преодолеть в свое время Д. Ф. Устинов (ныне министр обороны СССР) и маршал Н. Д. Яковлев.

У Сергея Павловича были все качества, необходимые для руководителя нового и ответственного направления. Хотелось бы прежде всего отметить его бережное отношение к людям. В случае неудач он никогда не ставил ни коллективы, ни отдельных исполнителей в положение «козла отпущения». Как человек, обладающий большим мужеством, Сергей Павлович умел в таких ситуациях создавать подлинно рабочую, творческую обстановку, привлекать для решения трудных вопросов большое число людей. Но при этом не терпел разгильдяйства. С разгильдяями расправлялся беспощадно: «чтобы работали как следует», — комментировал он свои действия.

Сергей Павлович умел отстоять те направления, которые считал необходимыми, не считаясь ни с какими препятствиями, особенно, когда речь шла о надежности изделий. В нашей практике был случай, когда обеспечение высокой надежности требовало остановки производства изделий на 8 месяцев. Сергей Павлович настоял на своем, и необходимые условия были созданы.

С. П. Королев не действовал очертя голову, двигался вперед небольшими шагами, но делал эти шаги часто. Благодаря такой тактике в течение немногим более 10 лет были достигнуты выдающиеся успехи в разработке и запуске первого искусственного спутника Земли.

Я многому научился у Сергея Павловича. Хочу особенно подчеркнуть, что он умел подбирать себе не только заместителей и помощников, но и последователей. Сергей Павлович советовался и в ЦК КПСС, и в министерствах, и с рабочими, и со всеми исполнителями. Он не боялся бросать в воду не умеющих плавать. Но когда такой человек выплывал, то оказывался способным на большие дела.

Сергей Павлович был кристально чистым коммунистом. Прекрасно понимая необходимость сохранить мир на Земле, он отдал много сил укреплению обороноспособности нашей страны и развитию отечественной науки.

Профессор
П. И. ПАВЛОВ

Михаил Кузьмич Янгель

(к 70-летию со дня рождения)

Рядом с именами всемирно известных деятелей космонавтики стоит имя академика Михаила Кузьмича Янгеля. Только теперь, спустя почти одиннадцать лет со дня его смерти, мы начинаем по-настоящему осмысливать глубину научного предвидения М. К. Янгеля, эффективность разработанного им направления в советском ракетостроении, в научной и практической космонавтике.

Сын неграмотного крестьянина из таежной сибирской деревни, М. К. Янгель окончил Московский авиационный институт, а затем — Академию авиационной промышленности. Он быстро завоевал авторитет высококвалифицированного специалиста в области создания новых типов самолетов. Не исключено, что мы смогли бы совершить полет на ЯНе, если бы в 1950 году М. К. Янгель не был назначен на должность начальника отдела в ОКБ, руководимое С. П. Королевым.

Новая, бурно развивающаяся отрасль науки и техники безжалостно рушила стереотипы мышления, требовала современных знаний, смелых решений. М. К. Янгель уверенно вошел в ракетную технику. Так входят в дом, где тебя ждут, где ты нужен. Уже через год он становится заместителем Главного конструктора, а в 1952 году — директором научно-исследовательского института. Неустанный творческий поиск приводит М. К. Янгеля к мысли о необходимости создания нового направления в ракетостроении. Свои идеи он отстаивает не только как ученый, но и как коммунист, гражданин, точно взвесивший все «за» и «против», соразмеривший свои устремления с эко-

номической и политической обстановкой в стране.

Предложения М. К. Янгеля нашли поддержку. В 1954 году Центральный Комитет КПСС и советское правительство доверили ему возглавить только что созданное крупное опытно-конструкторское бюро. Этому делу, раскрывшему все грани таланта Главного конструктора, он посвятил свою жизнь. Здесь, в КБ, он стал дважды Героем Социалистического Труда, лауреатом Ленинской и Государственной премий, академиком, депутатом Верховного Совета СССР, кандидатом в члены ЦК КПСС.

М. К. Янгель обладал фундаментальными теоретическими знаниями, богатейшим производственным опытом, необычайно развитым чувством нового, целеустремленностью, организованностью, умением увлечь за собой, личным обаянием — то есть всем тем, что мы называем талантом руководителя. Он координировал и направлял усилия многих научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий, руководил работой головного КБ, решал сложные технические задачи освоения разработок в производстве и проведения летных испытаний.

Процесс создания ракет требует решения большого круга научно-технических проблем, связанных в первую очередь с разработкой ракетных двигателей и систем управления, предопределяет глубокие исследования в области прочности, аэродинамики, материаловедения, теплообмена и других дисциплин. Коллектив во главе с М. К. Янгелем совместно с коллективами других специализированных опытно-конструкторских бюро,



*Михаил Кузьмич
Янгель (1911—1971)*

институтов АН СССР и отраслевых институтов успешно справился с этими задачами.

Успех не приходит легко. Была работа, приносящая радость, но отнимающая силы. Работа ежедневная, а зачастую и еженощная. Но уже первая машина, созданная молодым коллективом конструкторского бюро

под руководством М. К. Янгеля, подтвердила правильность выбранного пути в ракетной технике. Она стала прообразом и фундаментом для создания новых, более совершенных образцов.

В марте 1962 года в Советском Союзе был произведен запуск искусственного спутника Земли «Космос-1». Проект и техническая документация двухступенчатой ракеты-носителя и многих спутников этой серии разра-

ботаны в КБ под руководством М. К. Янгеля. Выбранные технические решения позволили создать надежный, удобный в эксплуатации и экономичный комплекс. В нем, по предложению Михаила Кузьмича, использовали технические принципы, узлы и системы, успешно проверенные в летных испытаниях на прототипе ракеты-носителя.

Полеты искусственных спутников Земли серии «Космос» предоставили советским ученым новые возможности для изучения физики верхних слоев атмосферы и космического пространства (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 22—26.—Ред.).

Большим творческим достижением коллектива КБ стало создание серии унифицированных космических аппаратов «Космос», заключавшееся в разработке универсальных служебных систем и конструкций спутника, которые не зависели от состава новой научной аппаратуры и решаемых ею задач. Унификация определила подход к решению технологических вопросов: стало возможным использовать постоянную технологическую оснастку и испытательное оборудование. Впервые в мировой практике спутники для научных исследований начали изготавливать серийно, что существенно сократило материальные затраты. В этом еще раз проявилась одна из основных технических концепций М. К. Янгеля: экономические показатели — главные критерии в новых разработках.

Программа дальнейших космических исследований постоянно требовала совершенствования научной аппаратуры и улучшения различных систем искусственных спутников Земли. Конструкторское бюро академика М. К. Янгеля блестяще справилось с решением принципиально новых научно-технических задач. Впервые в мире была разработана аэрогиропическая система ориентации, обеспечивающая непрерывную трехосную стабилизацию объекта на невысоких орбитах. Впервые создали пассивную магнитную систему успокоения спутника за счет сил сухого трения, позволяющую интенсивно гасить начальные угловые скорости. Теоретически обосновали возмож-

ность создания гравитационной системы ориентации для космических аппаратов с большим диапазоном высот. Позже модификации такой системы были разработаны и испытаны в полете.

Весь мир с восхищением наблюдал за успешными полетами международных экипажей по программе «Интеркосмос». А «первой ласточкой» международного космического содружества стал спутник «Интеркосмос-1», запущенный 14 октября 1969 года. Для реализации программы «Интеркосмос» потребовались космические аппараты, значительно отличающиеся по всем основным характеристикам: количеству и массе научной аппаратуры, объему регистрируемой информации, точности ориентации и стабилизации, времени активного существования и параметрам орбит. Вместе со смежными организациями сотрудники конструкторского бюро успешно выполнили новые задания. Более совершенная и мощная, чем первый представитель этой серии, ракета-носитель «Интеркосмос» стала выводить на орбиты большие автоматические универсальные станции. «Каждый раз, провозжая в полет очередной спутник серии „Интеркосмос“, — говорил академик Б. Н. Петров, — невольно думаешь, что в том импульсе, который выводит спутник на орбиту, есть немалая доля творческой энергии Михаила Кузьмича Янгеля».

М. К. Янгель всегда рассматривал воспитание научно-технических кадров как одну из самых основных задач. Он всемерно поощрял творческие поиски и смелые новаторские идеи, вселял в своих сотрудников уверенность в их собственных силах и желание принимать самостоятельные решения. Главный конструктор решительно поддерживал идею создания ученого совета и аспирантуры в КБ и всячески способствовал ее осуществлению. Будучи членом ученых советов ряда высших учебных заведений, он руководил подготовкой кандидатских и докторских диссертаций по наиболее актуальным темам отрасли. Впоследствии многие его ученики стали видными учеными, руководителями проектно-конструктор-

ских организаций и научно-исследовательских институтов.

М. К. Янгель писал в конце 50-х годов: «Современная ракета и межпланетные корабли будущего — это прежде всего средства научно-технических исследований. Данные, полученные в результате современных научных исследований, являются основой научного и технического прогресса завтрашнего дня. То, что сегодня познано нами только в общих чертах, завтра будет обращено нам на пользу».

Конструкторское бюро, выпестован-

ное Михаилом Кузьмичем Янгелем, продолжает успешно трудиться над созданием все более совершенных ракетно-космических систем. Воплощая в жизнь идеи и замыслы академика М. К. Янгеля, его соратники, последователи и ученики вносят достойный вклад в дальнейший расцвет советской науки и техники. Их девизом в поисках и свершениях остаются слова Главного конструктора: «Служить народу, быть полезным Родине — это не только долг, но и смысл жизни».

НОВЫЕ КНИГИ

ОРБИТЫ МИРА И ДРУЖБЫ

В 1981 году к двадцатилетию полета Ю. А. Гагарина издательство «Молодая гвардия» выпустило книгу «„Салют-6“: орбиты мира и дружбы». В ее создании принимали участие молодежные издательства братских социалистических стран: «Народна младеж» (НРБ), Газетно-журнальный комбинат Венгерского коммунистического союза молодежи (ВНР), «Юнге вельт» (ГДР), Молодежное издательское агентство (ПНР), «Млада фронта» (ЧССР).

Первая глава «Звездная гавань — планета Земля» открывается статьей Ю. А. Гагарина «Космонавт — это профессия». Собственно говоря, это даже не статья, а доклад, с которым Юрий Алексеевич должен был выступать на конференции по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях, проводимой ООН. Но не успел... В этой же главе — статьи В. А. Шаталова, Г. Т. Берегового, спортивного комиссара И. Г. Борисенко.

«Орбиты дружбы» — так называется вторая глава. В ней журналисты из Чехословакии, Польши, ГДР, Болгарии, Венгрии, Кубы, Советского Союза рассказывают о пилотируемых полетах по программе «Интеркосмос» космонавтов из стран социализма.

В третьей главе «Ступени звездного поиска» речь идет о научной работе космонавтов на борту орбитальной станции «Салют-6». Среди авторов — академики Р. З. Сагдеев, Г. И. Петров, космонавты В. В. Рюмин, Е. В. Хрунов, О. Г. Макаров.

Последняя глава книги — «Все-

ление во Вселенную». Авторы статей, помещенных в этой главе (среди них и К. Э. Циолковский), знакомят читателей с некоторыми фантастическими проектами проникновения человека в глубины Вселенной.

МАРСИАНСКИЕ ЛУНЫ

В 1981 году издательство «Мир» выпустило книгу «Спутники Марса». Книга содержит доклады, которые были сделаны на конференции (Морская обсерватория США, 1977 год), посвященной памяти американского астронома Асафа Холла, который немногим более ста лет назад открыл Фобос и Деймос. Перевод с английского выполнили А. В. Богданов и В. Д. Давыдов. Редактор перевода — доктор физико-математических наук В. И. Мороз.

Основные доклады были посвящены истории открытия спутников Марса, исследованию их орбит, происхождению и эволюции Фобоса и Деймоса, а также анализу тех изображений поверхности марсианских лун, которые удалось получить с помощью «Викинга-1» и «Викинга-2» (ряд фотографий воспроизведен в книге).

Несмотря на то, что книга создана по материалам научной конференции и потому предназначена прежде всего для специалистов в области астрономии, космических исследований и других смежных областей, а также для студентов и аспирантов, занимающихся по этим дисциплинам, она вполне может заинтересовать и многочисленных любителей астрономии.

Приложение к книге включает описание выставки «Асаф Холл и луны Марса» и изложение юмористической речи, которую произнес Брайан Марсен.



Доктор физико-математических наук
Э. С. КАЗИМИРОВСКИЙ

Симпозиум МАГА в Эдинбурге

Международная ассоциация геомагнетизма и аэронавтики (МАГА) — одна из самых крупных научных организаций, действующих в рамках Международного союза геофизики и геодезии. В ее уставе провозглашено: «Содействовать изучению магнетизма и аэронавтики Земли и других тел Солнечной системы, межпланетной среды и ее взаимодействия с этими телами, если такие исследования представляют интерес для всего человечества».

Каждые два года собираются представительные конференции, Ассамблеи МАГА, чтобы обсудить новые научные результаты и наметить пути дальнейших исследований. В августе 1981 года IV Научная Ассамблея МАГА состоялась в столице Шотландии — Эдинбурге. Около 800 участников из 50 стран стали гостями древнего города, история которого насчитывает полторы тысячи лет. Эдинбургский университет предоставил геофизикам свои аудитории, холлы, кабинеты и клубы. Делегацию Советского Союза возглавляли член Исполнительного комитета МАГА профессор В. А. Троицкая и директор Полярного геофизического института АН СССР доктор физико-математических наук О. М. Распопов.

Внимание участников Ассамблеи было сосредоточено на пяти основных проблемах: внутренние магнитные поля; аэронавтические явления; магнитосферные явления; солнечный ветер и межпланетное магнитное поле; обсерватории, инструменты, данные наблюдений, геофизические индексы.

46 научных, 10 репортерских и научно-организационных сессий, 30

заседаний специализированных и междисциплинарных рабочих групп, специальный симпозиум по Сатурну, ассамблея национальных представителей стран — участниц Международной программы исследования средней атмосферы — вот неполный перечень заседаний, в которых участвовали делегаты Ассамблеи в течение двух августовских недель. Только одни тезисы докладов, представленных на конференцию, занимают 600 страниц текста, набранного убогим шрифтом.

Трудно, конечно, в таком кратком сообщении рассказать обо всем, что обсуждалось в Эдинбурге. Но все же необходимо отметить, что особое внимание Ассамблея уделяла геофизическим явлениям в высоких широтах, где солнечно-земные связи проявляются наиболее ярко.

Специальная сессия заслушала доклады о научных результатах полета американского космического аппарата MAGSAT (спутник для измерения магнитных полей). Этот спутник предназначен для прецизионных измерений вектора геомагнитного поля в ближнем космическом пространстве. Запущенный 30 октября 1979 года на солнечно-синхронную орбиту с апогеем 561 км и перигеем 352 км, спутник дал результаты, представляющие большую ценность для выявления магнитных аномалий в процессе изучения природных ресурсов нашей планеты.

Сессия «Математическое моделирование главного геомагнитного поля» была посвящена памяти выдающегося советского ученого А. Н. Пушкова. Его вклад в науку о геомагнетизме получил самую высокую

оценку международной научной общественности.

Большой интерес вызвал специальный симпозиум по Сатурну. Космический зонд «Вояджер-1», запущенный 5 сентября 1977 года, прошел в 1979 году систему Юпитера и в ноябре 1980 года встретился с Сатурном и его спутниками (Земля и Вселенная, № 5, 1979, с. 15—18.—Ред.). На симпозиуме демонстрировались впечатляющие кинофильмы и фотографии, сделанные с борта «Вояджера-1».

Активно обсуждались на Ассамблее новые экспериментальные данные, полученные наземными магнитометрами и ионозондами, мощными радиолокаторами и ракетными датчиками, спутниковыми приборами и глубинными зондами. Многие авторы посвятили свои доклады математическому моделированию магнитосферных и аэронавтических явлений, их физической интерпретации и схемам прогноза геофизических возмущений различного типа. Еще раз подтвердилось мнение, что только комплексные эксперименты, сочетание наземных и космических методов измерений, синоптический подход к изучению геофизических явлений могут дать новые результаты. Например, профессор В. А. Троицкая давно высказала блестящую идею о возможности эффективной диагностики процессов в ближнем космосе по наземным наблюдениям геомагнитных микропульсаций. Новейшие факты убедительно продемонстрировали правомерность такого подхода.

Один из современных крупных международных проектов, в котором МАГА принимает активное участие,—

это Международная программа исследований средней атмосферы (МАП). Средняя атмосфера (15—120 км над поверхностью Земли) — область высот, жизненно важных для человечества, — оказалась изученной менее других. Это обусловило необходимость организации специальной Международной программы теоретических и экспериментальных исследований структуры и энергетики стратосферы, озоносферы, мезосферы и нижней термосферы. Она планируется на период 1982—1985 годы. Междисциплинарная комиссия МАГА по средней атмосфере организовала в Эдинбурге первый научный симпозиум, посвященный проблеме МАП. Предметом плодотворных дискус-

сий стали электродинамика и фотохимия средней атмосферы, атмосферная эмиссия и серебристые облака, лабораторная аэрономия и взаимодействие солнечного ультрафиолетового и рентгеновского излучения с атмосферой, системы волн и ветров и эффекты высыпания энергичных частиц. 23 страны представили на Ассамблее стран — участниц МАП свои национальные программы. Намечены конкретные задачи, которые будут решены в период МАП.

Организационный комитет Ассамблеи приложил немало усилий, чтобы гости Эдинбурга смогли интересно провести те немногие часы досуга, которые оставались при напряженной программе симпозиумов и сессий.

Экскурсии по живописным окрестностям Эдинбурга, на знаменитые озера Лох-Ломонд и Лох-Несс, посещения литературных музеев Роберта Бернса и Вальтера Скотта, гостеприимно открытые двери дворцов, замков, музеев и картинных галерей, торжественные приемы и непринужденные вечера с народными песнями и танцами — все это создавало неповторимую атмосферу, которая надолго останется в памяти.

IV Научная Ассамблея МАГА еще раз подтвердила эффективность и необходимость международной кооперации ученых для решения проблем планетарной геофизики.

«ГОЛИЦЫНСКИЕ ЧТЕНИЯ» В ЛЕНИНГРАДЕ

Недавно советские геологи и геофизики отметили 80-летие сейсмической службы в России. Зарождение и становление службы связано с именем академика Б. Б. Голицына (1862—1916). По его инициативе в начале века в нашей стране было открыто несколько сейсмических станций. Пулковской и Екатеринбургской (теперь станция «Свердловск») в конце прошлого года исполнилось 75 лет (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 59—62; 1982, № 1, с. 54—56. — *Ред.*).

С 10 по 16 ноября 1981 года в Ленинградском доме ученых проходила научная сессия «Голицынские чтения», посвященная этим юбилейным датам. Открыла сессию председатель комиссии по ЕССН СССР (единая система сейсмических наблюдений) доктор физико-математических наук Н. В. Кондорская. Она рассказала о роли Б. Б. Голицына в развитии сейсмологии в России и о работе сети сейсмических станций в советское время. Заведующие станциями «Пулково» и «Свердловск» А. П. Лазарева и И. К. Силина познакомили собравшихся с историей этих сейсмостанций, их задачами и научными результатами. А затем делегаты от различных организаций и сотрудники сейсмостанций из разных районов страны — от Карпат до Чукотки — поздравили «Пулково» и «Свердловск» с их славным



юбилеем. Коллективы обеих станций были награждены Почетными грамотами Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству (МССС) при Президиуме АН СССР.

Около 150 специалистов обсуждали на «Голицынских чтениях» важнейшие вопросы сейсмологии. Программа сессии включала обзорные лекции и оригинальные сообщения. С ярким докладом, посвященным жизни и деятельности Б. Б. Голицына, выступил заместитель председателя Комиссии по ЕССН доктор физико-математических наук А. В. Николаев. О том, как развивалась инструментальная сейсмология и какую роль сыграл в этом академик Б. Б. Голицын, рассказал доктор физико-математических наук Д. П. Киринос.

Разработке прогноза землетрясений посвятили свои лекции заместитель председателя МССС кандидат физико-математических наук И. Л. Нерсесов и кандидат физико-математических наук А. Д. Гвишиани. С большим интересом участники сессии прослушали лекции о связи сейсмологии с геотектоникой и геодинамикой, а также о глубинных сейсмических исследованиях, проводимых на основе данных ЕССН. Это были выступления докторов геолого-минералогических наук В. Н. Шолпо и Ю. К. Щукина и доктора физико-математических наук Л. П. Винника.

Большое впечатление произвела лекция доктора физико-математических наук И. П. Косминской — «Проблемы структурной сейсмологии». В ней рассказывалось об использовании сейсмических данных для изучения внутреннего строения Земли и для решения практических вопросов, например поиска полезных ископаемых. В своей лекции член-корреспондент АН СССР С. Л. Соловьев рассказал о морских сейсмологических наблюдениях, тесно связанных с прогнозированием цунами.

Участники научной сессии «Голицынские чтения» посетили сейсмическую станцию «Пулково» и Пулковскую астрономическую обсерваторию.

Э. К. СОЛОМАТИНА



Доктор физико-математических наук
Ю. С. ВЛАДИМИРОВ

Как развиваться теории гравитации?

Совершенна ли общая теория относительности (ОТО) в классической (неквантовой) области? Над какими проблемами в теории гравитации стоит работать, а какие являются надуманными? Следует ли выходить за рамки общей теории относительности Эйнштейна? Если выходить, то в каком из возможных направлений?

По этим и другим важным вопросам стратегии дальнейшего научного поиска в теории гравитации разгорелась острая дискуссия на прошедшей в июле 1981 года в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова Всесоюзной конференции «Современные теоретиче-

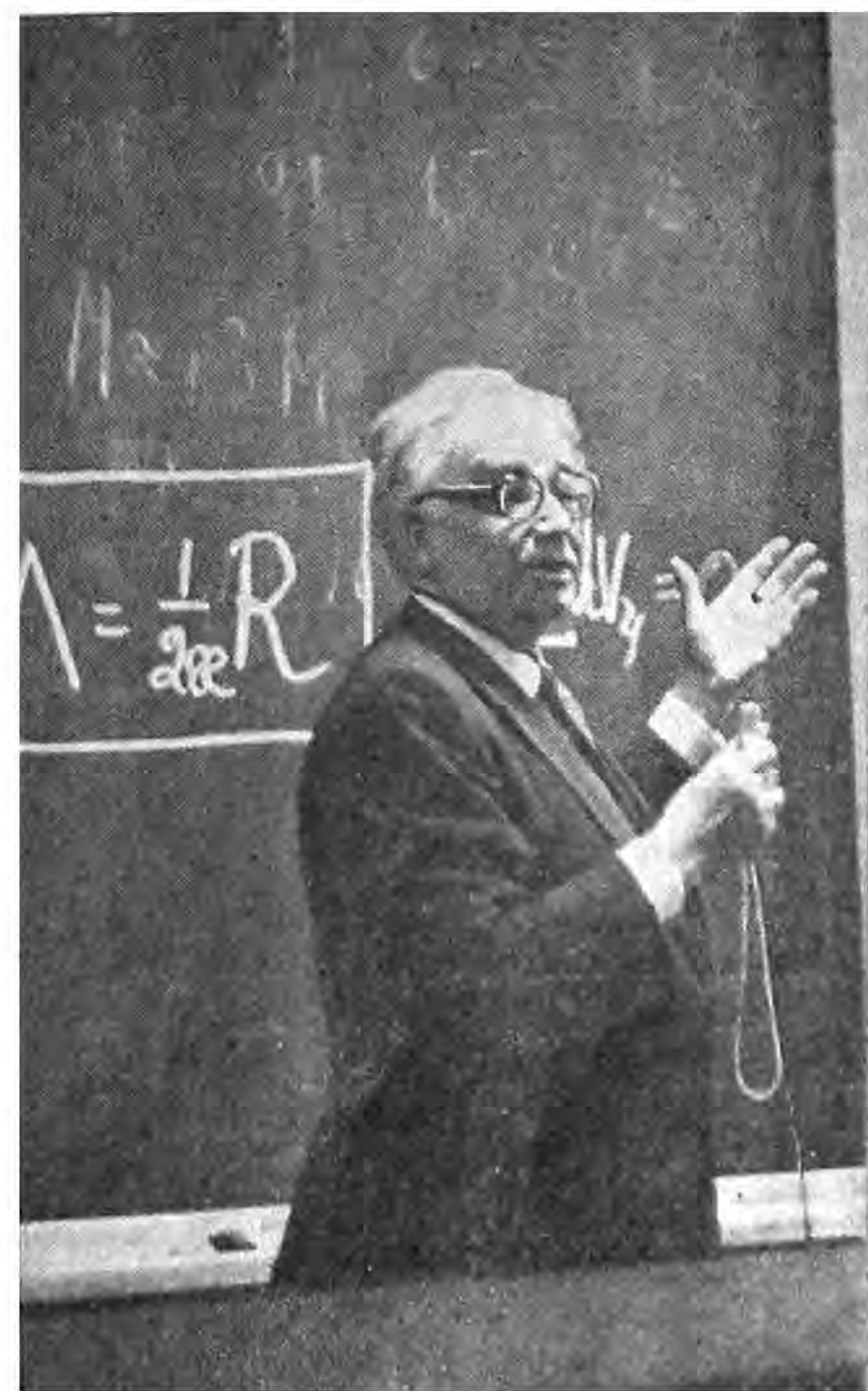
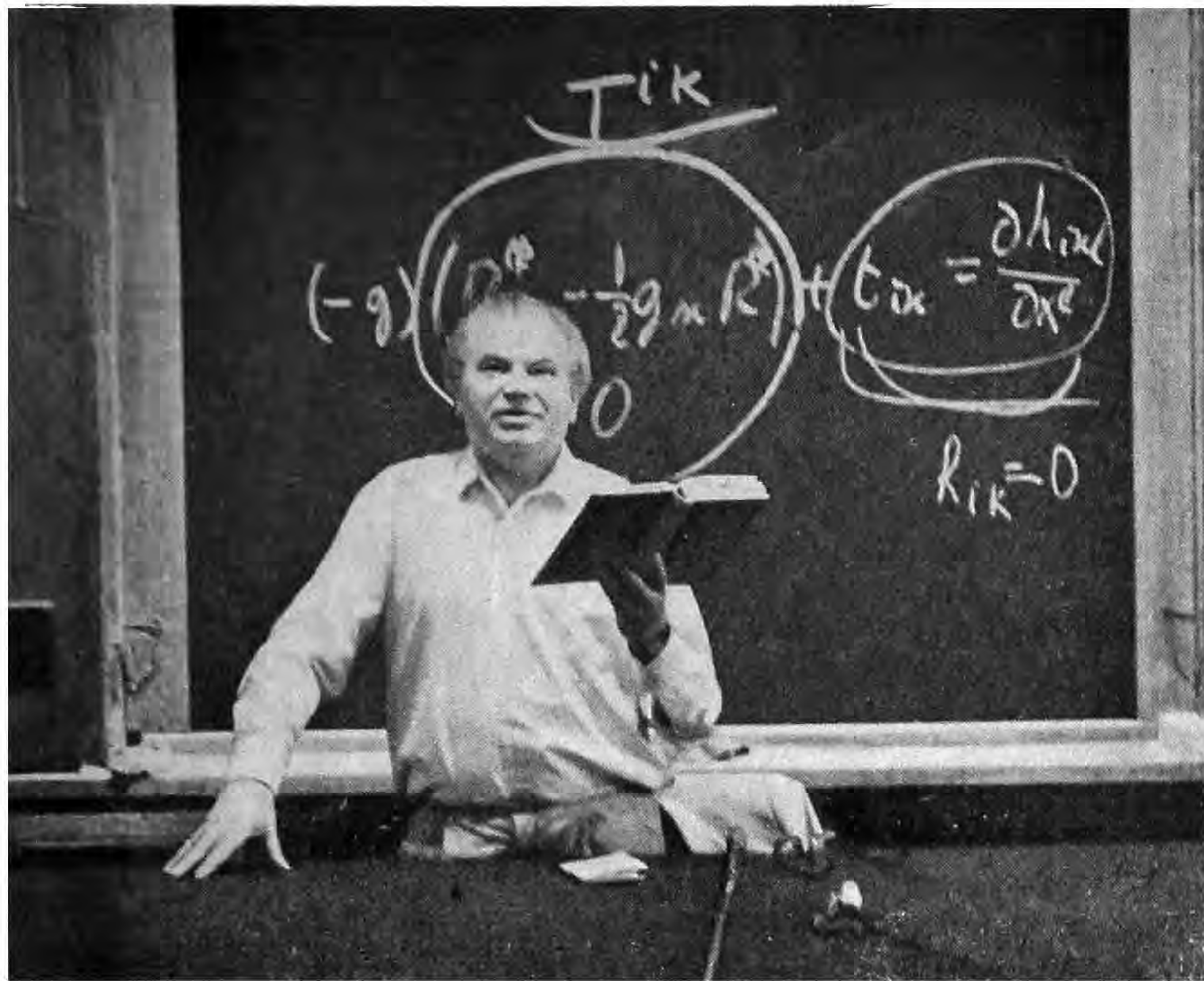
ские и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации». Это была пятая советская гравитационная конференция, состоявшаяся ровно через 20 лет после созыва первой, которая проводилась в 1961 году также в стенах Московского университета. По уже сложившейся традиции в работе конференции приняли участие многие советские ученые, занимающиеся проблемами гравитации и смежными вопросами физики. Широко были представлены научные группы из Москвы, Ленинграда, Минска, Еревана, Казани, Днепропетровска, Алма-Аты и других городов. Сделали доклады и участвовали в научных дискуссиях крупнейшие советские ученые: ректор Московского университета академик А. А. Логунов, академик В. А.

Амбарцумян, академик Н. Н. Боголюбов, академик Я. Б. Зельдович, академик Е. М. Лившиц, академик М. А. Марков, академик Л. И. Седов, профессор А. А. Соколов, профессор В. Б. Брагинский. На конференции присутствовали гости — специалисты по гравитации из Болгарии, ГДР, Польши.

Эта конференция, как и предыдущие, была многоплановой. На ней обсуждались проблемы классической теории гравитации, квантования гравитации и ее связи с физикой микромира, космологии и релятивистской астрофизики, гравитационного эксперимента. Но конференция имела ярко выраженную особенность — основные дискуссии на пленарных заседаниях и значительная часть секционных докладов были посвящены

*Открытие конференции.
Выступает профессор А. А. Соколов*





анализу основ, содержания и структуры ОТО, обсуждению ряда конкретных возможностей выхода за пределы эйнштейновской теории гравитации.

Какие же рассматривались вопросы?

Прежде всего обсуждались пути развития квантовой теории гравитации, анализировались возможности объединения принципов квантовой теории поля и ОТО. Без сомнения, здесь нас ожидают важные открытия. Можно с уверенностью сказать, что рано или поздно нам удастся разгадать более глубокие принципы, лежащие в основе мироздания, которые позволят с совершенно новых позиций взглянуть на сущность современной теории гравитации, на природу классического пространства и времени. Наверняка, будут разрешены и некоторые из существующих проблем в области физики микромира. И, конечно, важные открытия в физике найдут свое применение в новейших технических разработках. Но это в будущем, хотя, по-видимому, не столь уж отдаленном. А пока обсуждались проблемы, актуальные для грядущих исследований. Как видоизменяется квантовая теория

С докладами выступают академики А. А. Логунов (слева) и Л. И. Седов

поля при учете искривленности пространства и времени? Сопровождается ли расширение Вселенной рождением частиц — каких частиц и в каком количестве? Можно ли включить теорию гравитации в единую систему с теориями других взаимодействий, например электромагнитного и слабого?

Но сказанное не означает, что в классической (неквантовой) теории гравитации уже делать нечего и остается лишь решать частные задачи на основе готовых уравнений. Ничего подобного. Конференция показала, что и в рамках классической теории гравитации имеется ряд важных принципиальных моментов — таких, как корректное использование понятий систем отсчета, энергии и импульса полей, описания гравитационных волн. Причем многие из этих вопросов несомненно связаны с проблемой объединения теории гравитации и физики микромира. Следует отметить, что на прошедшей конференции особенно бурно обсуж-

дался вопрос определения в рамках ОТО понятия энергии гравитационного поля. В дискуссиях принимали активное участие крупнейшие советские ученые, занимающиеся вопросами квантовой теории поля и теории элементарных частиц.

Построению квантовой теории гравитации, бесспорно, послужит дальнейшее развитие классической теории гравитации. На этом пути существенную помощь могут оказать углубленный анализ логических основ эйнштейновской теории, видоизменения и обобщения некоторых ее принципов. Особый интерес представляют такие обобщения, которые сохраняют основные достижения ОТО и добавляют к ней некоторые факторы и свойства из теории других полей.

В связи с этим следует отметить, что на конференции рассматривалась возможность объединения теорий гравитации и электромагнетизма на основе пятимерной теории поля. Это направление исследований возникло еще в 20-х годах. Сейчас во всем мире резко возрос интерес к идеям пятимерия и вообще к программе объединения всех полей в единую теорию.

На конференции обсуждались воз-



Во время дискуссии между академиками В. А. Амбарцумяном и Я. Б. Зельдовичем. Председательствует академик Н. Н. Боголюбов

возможности совмещения в рамках одной теории двух пространств: искривленного и плоского (теории Логунова, теории прямого межчастичного взаимодействия Фейнмана — Уилера и др.). Известно, что квантовая тео-

рия поля существенно опирается на понятия плоского пространства-времени. Можно указать еще не менее десятка других любопытных выходов за рамки эйнштейновской теории гравитации, обсуждавшихся на конференции.

В заключительном выступлении на закрытии конференции председатель оргкомитета академик А. А. Логунов сказал, что теория гравитации сейчас выходит на стратегический простор.

Нас ждут новые открытия. Очень многое предстоит сделать молодежи, причем ей нужно смело анализировать, обобщать существующую теорию и идти дальше. Это будет соответствовать духу и заветам Эйнштейна, который смело ломал традиционные представления и сложившиеся теории.

Фото автора

ВСТРЕЧА С ЧИТАТЕЛЯМИ

29 октября 1981 года в Московском планетарии состоялся устный выпуск журнала «Земля и Вселенная». Такие встречи с читателями проводятся ежегодно и представляют интерес не только для тех, кто читает журнал, но и для тех, кто его делает, потому что очень важно услышать мнение читателей о своей работе.

Заместитель главного редактора журнала «Земля и Вселенная» Е. П. Левитан рассказал немного об истории создания журнала, о содержании очередного, еще находившегося в типографии номера, а затем предоставил слово доктору физико-математических наук Г. М. Никольскому. Выдающееся астрономическое событие 1981 года — полное солнечное затмение — было темой его выступления. Руководитель советско-французской экспедиции — а экспедиций было много (Земля и Вселенная, 1981, № 5, 3-я стр. обложки. — *Ред.*) — познакомил слушателей с тем, как ученые почти два года готовились к работе, с задачами, стоявшими перед исследователями. Прежде всего ученым хотелось выяснить, как переносится энергия из хромосферы в корону,

какова структура короны, степень поляризации и направление непрерывного излучения короны. И все это нужно было сделать за 74 секунды! (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 65—67. — *Ред.*)

Прекрасной иллюстрацией к сказанному стал сюжет из детского киножурнала «Хочу все знать» (студия «Центрнаучфильм», режиссер Л. А. Цветкова). Затмение, показанное на экране, было зрелищем удивительно красивым. Вот незакрытый участок Солнца все меньше, меньше, вот уже Солнце, как лунный серп, как кольцо с изумительным бриллиантом, и наконец... «черное» Солнце.

Доктор географических наук В. А. Бурков — участник первого рейса нового научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш» (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 62—64. — *Ред.*). Он рассказал и о судне, и о рейсе. Всем было интересно узнать, что «Академик Мстислав Келдыш» строился по специальному проекту, а не на базе пассажирского или иного судна, как это делалось раньше, что длина его 122 м, ширина 17,8 м, скорость 16 узлов. На нем два десятка лабораторий и масса всевозможного научного оборудования.

Советские ученые вместе с кубинскими специалистами проводили в первом рейсе обширные океанографические наблюдения в Юкатанском проливе и в Карибском море. Но главной научной задачей рейса была гидрометеорологическая съемка в районе «Бермудского треугольника».

В. А. Бурков завершил свой рассказ несколько неожиданно... собственными стихами, написанными во время плавания. Судя по аплодисментам, стихи понравились.

Кандидат технических наук М. Д. Нусинов и кандидат биологических наук К. Б. Серебровская познакомили собравшихся с современными взглядами ученых на происхождение жизни на Земле, рассказали о своих гипотезах (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 57—61. — *Ред.*) и показали отрывки из фильма, в котором обобщены взгляды академика А. И. Опарина на возникновение жизни на Земле.

Устный выпуск начался разговором о полном солнечном затмении, а закончился показом его. Е. П. Левитан, используя богатые возможности аппарата планетария, «устроил» искусственное затмение, надо сказать, очень похожее на настоящее.

Е. М. БАЛАНОВ



Доктор физико-математических наук
Ю. С. ГЕНШАФТ
Кандидат геолого-минералогических наук
А. Я. САЛТЫКОВСКИЙ

Международная петрологическая экспедиция



Доктор В. Нойман дает пояснения о геологической структуре одного из обнажений

обычную экспедицию организовал Центральный институт физики Земли АН ГДР (Потсдам) совместно с Университетом имени А. Гумбольдта (Берлин) и Горной академией (Фрейберг). Экспедиция проходила в ГДР. Среди участников были представители ЧССР, СССР и ГДР. Руководил экспедицией профессор Х. Фольшtedт.

Главной задачей было познакомить участников с геологическим строением одного из крупнейших в Европе древних кристаллических массивов — Гранулитгебирге (Гранулитовые горы). Предполагалось осмотреть наиболее интересные обнажения, где на поверхность Земли выходят глубинные породы различ-

ного состава и возраста. Почти все породы Гранулитовых гор подверглись воздействию высоких температур и давлений — они сильно метаморфизованы. По общему мнению специалистов, именно эти породы служат субстратом нижних слоев земной коры, и их изучение даст возможность понять механизм образования земной коры на континентах, а также характер процессов взаимодействия коры и верхней мантии. Проводились экскурсии в каменоломни и карьеры: здесь удобнее всего осматривать породы и собирать их коллекции.

Жили участники экспедиции в маленьком уютном городке Вальдхайме в гостинице «Золотой лев», знаменитой тем, что там когда-то дважды останавливался великий немецкий поэт И. Гете. Рабочий день обычно

В наши дни возрос интерес к комплексным исследованиям, которые дают возможность построить вещественные (петрологические) модели земной коры и верхней мантии в различных районах земного шара. Геологические, геофизические и геохимические данные о глубинных породах, их физических свойствах и проведение экспериментов в условиях высоких температур и давлений, присущих большим глубинам, позволяет более обоснованно судить о составе верхней мантии в том или ином регионе и о процессах, которые могут там протекать. Вот почему в программу КАПГ¹ была включена проблема, названная «Глобальная модель строения и развития Земли с учетом данных о физических свойствах и процессах в недрах Земли». Работы по этой проблеме возглавляет академик АН ГДР Г. Штиллер, а функции куратора выполняет академик АН СССР В. А. Магницкий.

В совместные исследования ученых разных стран на геологических полигонах включены не только лабораторные и теоретические исследования, но и полевые экскурсии. Это по существу экспедиции, в которых геологи, геофизики и другие специалисты знакомятся с особенностями строения регионов, отбирают наиболее представительный «каменный материал» для лабораторного изучения. В мае 1981 года такую не-

¹ КАПГ — сокращенное наименование комиссии многостороннего научного сотрудничества академий наук социалистических стран по комплексной проблеме «Планетарные геофизические исследования». Возглавляет эту комиссию член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже.



*Гостиница «Золотой лев»
в Вальдхайме, где жили
участники экспедиции
и проходили заседания симпозиума*

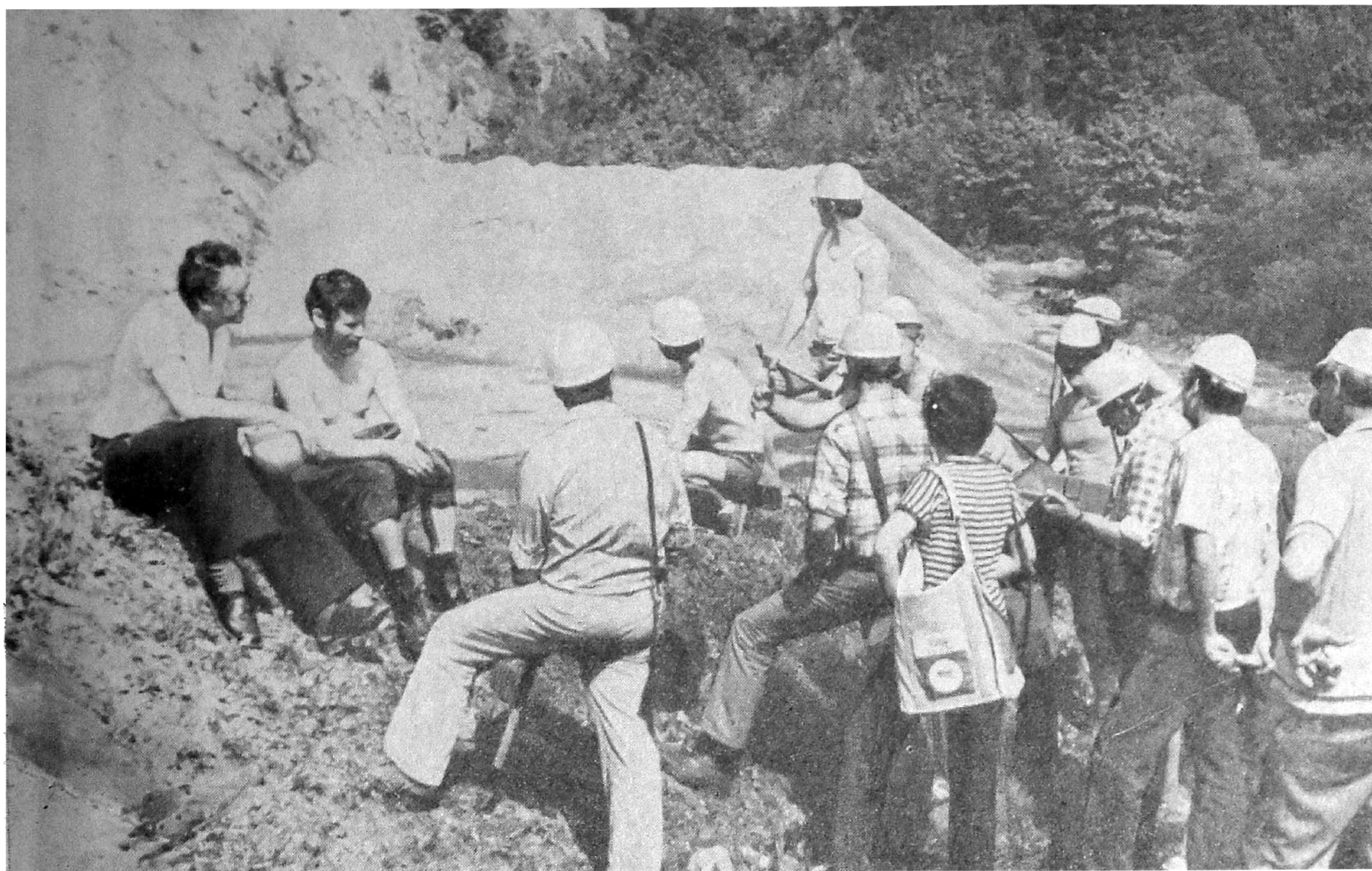
складывался так: утром мы совершали полевые экскурсии, а после обеда участвовали в заседаниях симпозиума, где обменивались впечатлениями, обсуждали возникающие по ходу дела вопросы, рассказывали о новых лабораторных исследованиях.

Полевые экскурсии не ограничивались осмотром обнажений и сбором образцов. Перед каждым пунктом наблюдений с подробным пояснением «геотектонической ситуации» выступал доктор В. Нойман, затем профессор Й. Бауч давал детальную минералогическую и петрографическую характеристику пород, которые можно встретить на данном обнажении. Поэтому мы почти всегда были в курсе того, в каких «взаимоотношениях» находятся друг с другом породы и какие точки зрения существуют на механизм их образования и историю развития. Нередко прямо на месте пользовались микроскопом — знакомились с петрографическими особенностями горных пород.

Работа симпозиума и самой экспедиции была организована на высоком научном уровне. В ходе дискуссий выяснилось, что традиционные геофизические методы исследования плотности, упругих, тепловых и деформационных свойств горных пород и минералов хорошо дополняются физико-химическими исследованиями их состава, минералогии, термодинамических параметров и характера химической эволюции. Такие комплексные исследования позволяют более уверенно судить о реальном составе недр Земли вплоть до глубины 100—150 км. Пример тому — статистический анализ включений ультраосновных пород (лерцолитов) в базальтах из различных вулканических районов Азии. Он показал, что эти породы лишь незначительно отличаются по основным компонентам от недифференцированного вещества.

*Работа не только с молотком,
но и с микроскопом*





Сбор образцов в карьере

ва верхней мантии. В лаборатории было проведено экспериментальное моделирование частичного плавления метаморфических пород из Гранулитовых гор при высоком давлении. При этом удалось оценить вероятный характер глубинных процессов, преобразующих вещество земной коры, в частности выплавление гранитоидной магмы. О результатах этих работ, проведенных совместно с коллегами из ГДР, рассказали авторы статьи.

Во многих выступлениях подчеркивалась дискуссионность традиционных гипотез о происхождении сложного комплекса пород, слагающих метаморфические образования Гранулитовых гор, также обсуждался важный вопрос о структуре минералов на уровне кристаллической решетки. Решение его дает возможность связать макроскопические особенности минералов с их микростроением. Любо-

пытно, что такой подход к изучению вещества позволяет, как говорят геологи, «прочитать» историю целого тектонического цикла, например, проследить изменение глубинных режимов в ходе горообразования, охватившего в позднем палеозое большую часть Центральной и Восточной Европы.

Много новой информации приводилось в сообщениях, касавшихся исследования физико-механических свойств горных пород при различных давлениях и температурах.

После окончания работы симпозиума авторы по приглашению доктора М. Райхе посетили в Галле Институт твердого тела и электронной микроскопии. Здесь были выполнены детальные исследования тонкой структуры ряда минералов метаморфических пород Гранулитовых гор. В институте мы побывали в нескольких лабораториях, осмотрели первоклассную современную аппаратуру, которой оснащен существующий при институте Международный центр по

проведению электронно-микроскопических исследований.

Если говорить о туристских впечатлениях, то запомнились замечательные памятники старины — замки и соборы, здания гражданской архитектуры, природа древней Саксонии. Это и парковые ансамбли, и озера, и замок Крибштайн с музеем. На этой земле жили и творили великие композиторы и поэты И. С. Бах, Г. Гендель, И. Гете, а также классики геологии и естествознания — А. Г. Вернер, Л. Бух, А. Гумбольдт. Мы посетили Фрейбергскую Горную академию — одно из старейших в мире учебных заведений: академия основана в 1765 году. Гордость ее — превосходный минералогический музей, где собраны коллекции минералов со всего земного шара. Само название города — центра горнорудной промышленности — увековечено в названии минерала — фрейбергита (блеклая серебряная руда). С Фрейбергом связано одно научное событие. В 1886 году немецкий химик

К. Винклер открыл здесь германий — элемент, «предусмотренный» Д. И. Менделеевым для пустующей клетки в его таблице элементов.

Работая бок о бок с нашими гостеприимными немецкими коллегами, мы чувствовали себя продолжателями той доброй традиции, которая давно существует между учеными наших стран. Как два столетия назад выпускники Петербургского горного училища (а позднее корпуса и института) продолжали свое обучение во Фрейбергской Горной академии, так и сейчас, но, правда, уже на другом научно-организационном уровне, продолжается обмен студентами между Горной академией и различными вузами нашей страны.

Последние два дня пребывания в ГДР советские участники экспедиции побывали в Потсдаме в Центральном институте физики Земли АН ГДР. Здесь обсуждались дальнейшие совместные работы, составлялись планы комплексных исследований, продолжались дискуссии. Институт расположен на живописной горе Телеграфенберг, откуда открывается вид на Потсдам с его старинными домами и новостройками. Всемирную известность получили дворцово-парковый ансамбль Сан-Суси и замок Цецилиенхоф, в котором в 1945 году проходила Потсдамская конференция, предопределившая послевоенное мирное развитие европейских государств. В Потсдаме нас пригласили к академику Г. Штиллеру и руководителю Петрологической экспедиции Х. Фольштэду. В беседе с ними мы обсудили направления нашего сотрудничества, главное из которых — разработка физико-химической модели строения земной коры и глубинных процессов в областях тектоно-магматической активизации Центральной и Восточной Европы. От имени участников экспедиции мы выразили искреннюю благодарность Г. Штиллеру, Х. Фольштэду и всем коллегам из ГДР за прекрасно организованную работу нашей международной экспедиции. Она сыграла роль настоящей школы по изучению глубинных пород и глубинных процессов в земной коре и верхней мантии.

Доктор географических наук
Л. С. ХРЕНОВ

100-летие нивелирной сети страны

В 1881 году в России увидел свет первый проект планомерного создания нивелирной сети. Нивелирная сеть — это совокупность точек на обширной территории, для которых определены их абсолютные высоты (относительно уровня моря). Она позволяет распространять единую систему высот на всю территорию государства.

Нивелирная сеть используется не только при топографических съемках, составлении карт и различных геодезических измерениях, необходимых в народнохозяйственном аспекте, но и для сугубо научных целей.

ПЕРВЫЕ ПРОЕКТЫ

Изучение географии огромных российских пространств еще в XVIII веке стимулировало развитие **барометрического нивелирования**, основанного на измерении разности атмосферного давления в двух точках, для которых определяется разность высот. В 1812 году академик И. Паррот (1791—1841) произвел этим способом нивелирование между Черным и Каспийским морями, чтобы определить разности высот их средних уровней. Особенно широко этим приемом стали пользоваться в прошлом веке, когда приходилось определять высоты астрономических пунктов и пунктов триангуляции.

В начале XIX века рельеф на картах России изображали преимущественно исходя из высот точек, полученных барометрическим и **тригонометрическим нивелированием** (использование наклонного угла луча визирования). Еще в 1738 году академик Ж. Н. Делиль (1688—1768) составил инструк-



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

цию для геодезистов, где высоты гор и уровней воды в реках предусматривалось определять тригонометрическим нивелированием. Измерения вертикальных углов помогал вести квадрант с двумя зрительными трубами.

Тригонометрическим нивелированием с начала прошлого века в России определяли высоты пунктов при построении триангуляций. Для этого теодолитом измеряли вертикальные углы наклона местности. В 1837 году под руководством академика В. Я. Струве (1793—1864) тригонометрическим нивелированием была определена разность уровней Черного и Каспийского морей, оказавшаяся равной +26,04 м.

В начале 70-х годов приступили к созданию нивелирной сети страны тригонометрическим нивелированием с помощью нивелир-теодолитов. Первую попытку такого рода осуществил Н. Я. Цингер (1842—1918) в июне 1871 года на только что построенной Балтийской железной дороге. Для этих работ был сконструирован специальный теодолит-нивелир. Однако недостаточная точность в определении высот точек теодолит-нивелирного хода побудила с 1873 года перейти к созданию нивелирной сети России методом **геометрического нивелирования**. Такое решение совпало и с решением Международной геодезической ассоциации, которая еще в 1864 году рекомендовала всем странам, выполняющим геодезические работы, производить определение высот опорной сети геометрическим способом — со средней погрешностью 3—5 мм на 1 км хода. Геометрическое нивелирование в нашей

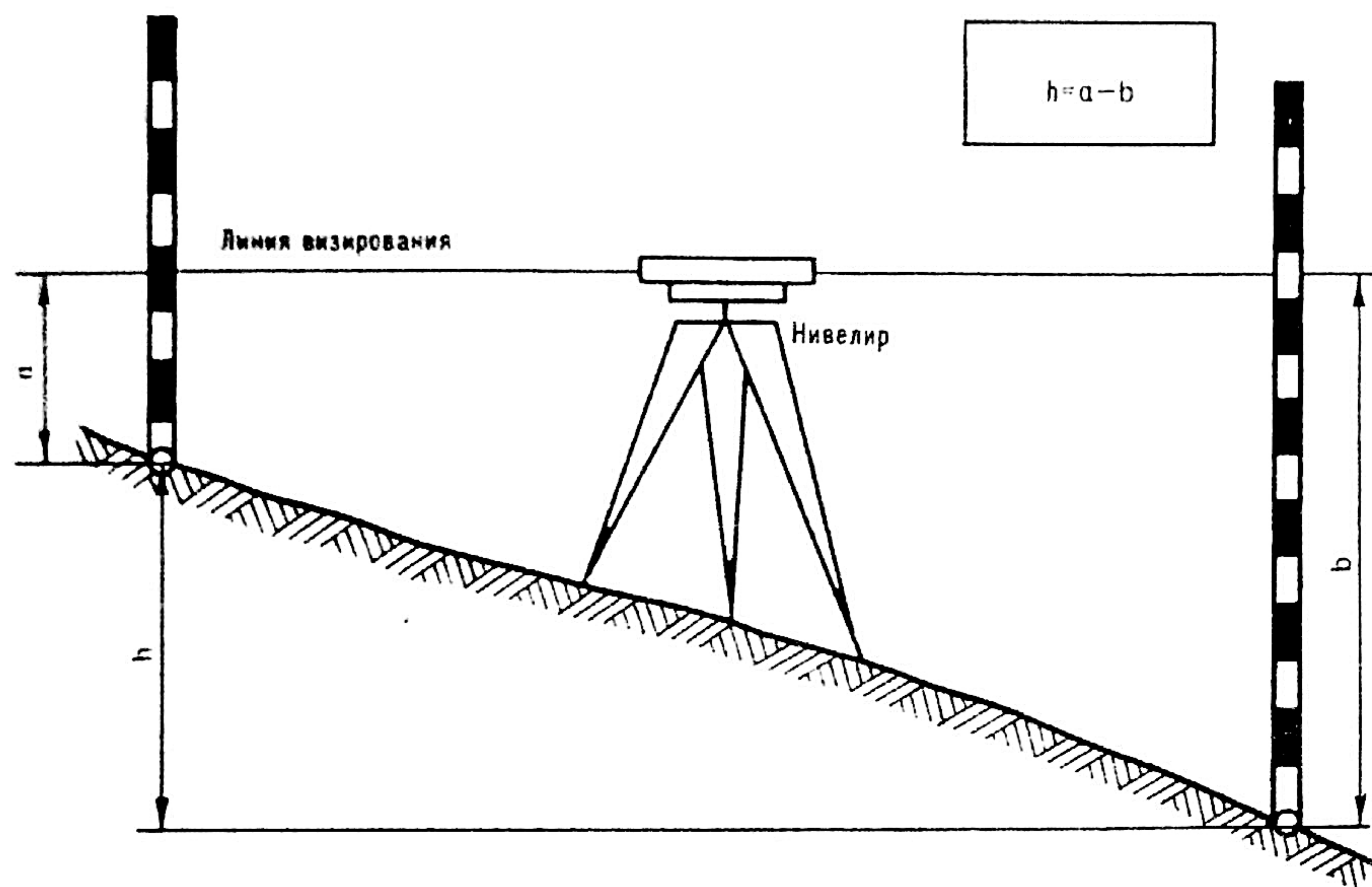


Схема геометрического нивелирования:
 a и b — отсчеты по рейкам.
 Превышение определяется по формуле, приведенной в верхней части рисунка

Схема барометрического нивелирования:
 P_A , P_B и T_A , T_B — атмосферное давление и абсолютная температура воздуха в точках А и В.
 Превышение определяется по формуле Арно

стране начали выполнять еще раньше в связи с развитием водного транспорта, а позднее и сухопутных путей сообщения.

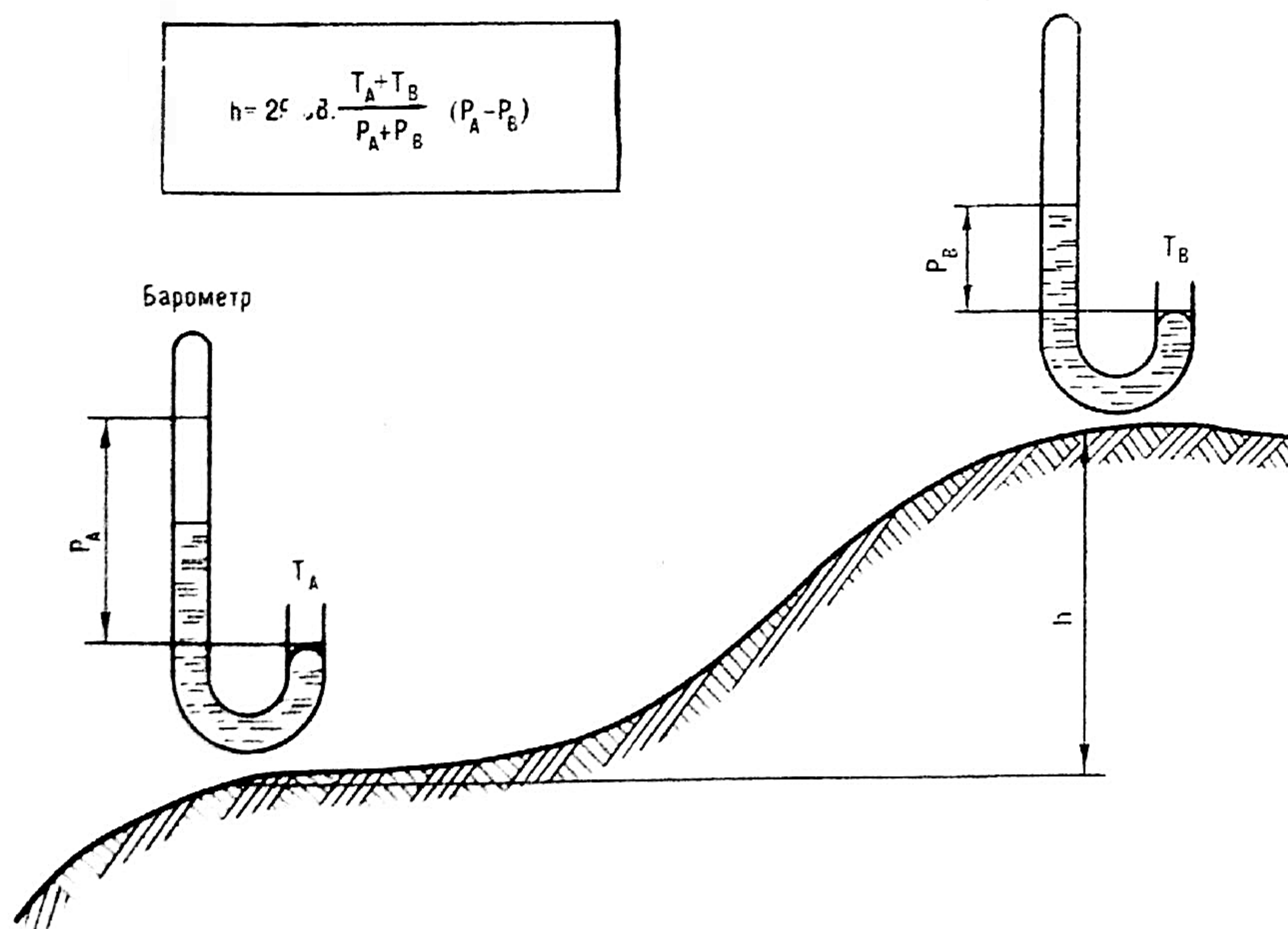
Первой отечественной инструкцией для точного нивелирования надо считать Предписание Военно-топографического отдела для Корпуса военных топографов, выпущенное в 1873 году. В соответствии с Предписанием и была проложена в 1873—1874 годах первая линия точного нивелирования — по железной дороге от Петербурга к Москве и в обратном направлении, до станции Бологое. Работу

выполнял геодезист Линчевский. Тогда-то для закрепления линий нивелирования впервые стали закладывать чугунные стенные марки, или стенные реперы, в цоколи прочных зданий. Это обеспечивало их сохранность. Если не было подходящих зданий, линии нивелирования закреплялись грунтовыми реперами, конструкция которых зависела от физико-географических условий местности.

Русско-турецкая война, начавшаяся в 1877 году, прервала создание нивелирной сети в России, работы возобновились лишь в 1881 году. Тогда и появился общий проект развития точного нивелирования в России на несколько десятилетий. Он предусматривал не только практические цели, связанные с картографированием страны, но и решение научных проблем. И главным образом таких, как определение средних уровней Балтийского, Черного и Азовского морей, установление 3—4 особых марок, которые позднее использовали для исследований изменений суши по высоте. Помимо этого предполагалось осуществить связь нивелирной сети России с Северным и Средиземным морями через нивелирные сети, проложенные к тому времени в Пруссии и Австро-Венгрии.

Первая очередь проекта предусматривала за 12 лет создать восемь замкнутых нивелирных ходов-полигонов и одну линию от Рязьки до Оренбурга (через Сызрань и Самару) общей протяженностью около 14 670 км. Нивелирные ходы первой очереди должны были тянуться от Петербурга вдоль берегов Финского залива и, проходя через Ригу по Балтийскому побережью, соединить русскую нивелировку с немецкой и голландской. Тем самым линии нивелирования связали бы средние уровни Балтийского, Черного и Азовского морей. Ранее проложенную линию Петербург — Москва следовало продолжить в направлении Рязька — Воронеж — Новочеркасск.

Вторая очередь проекта предполагала связь нивелирной сети Европейской России с нивелирным ходом, следующим по 52-й параллели вдоль транссибирской железнодорожной магистрали, и прокладку ходов на



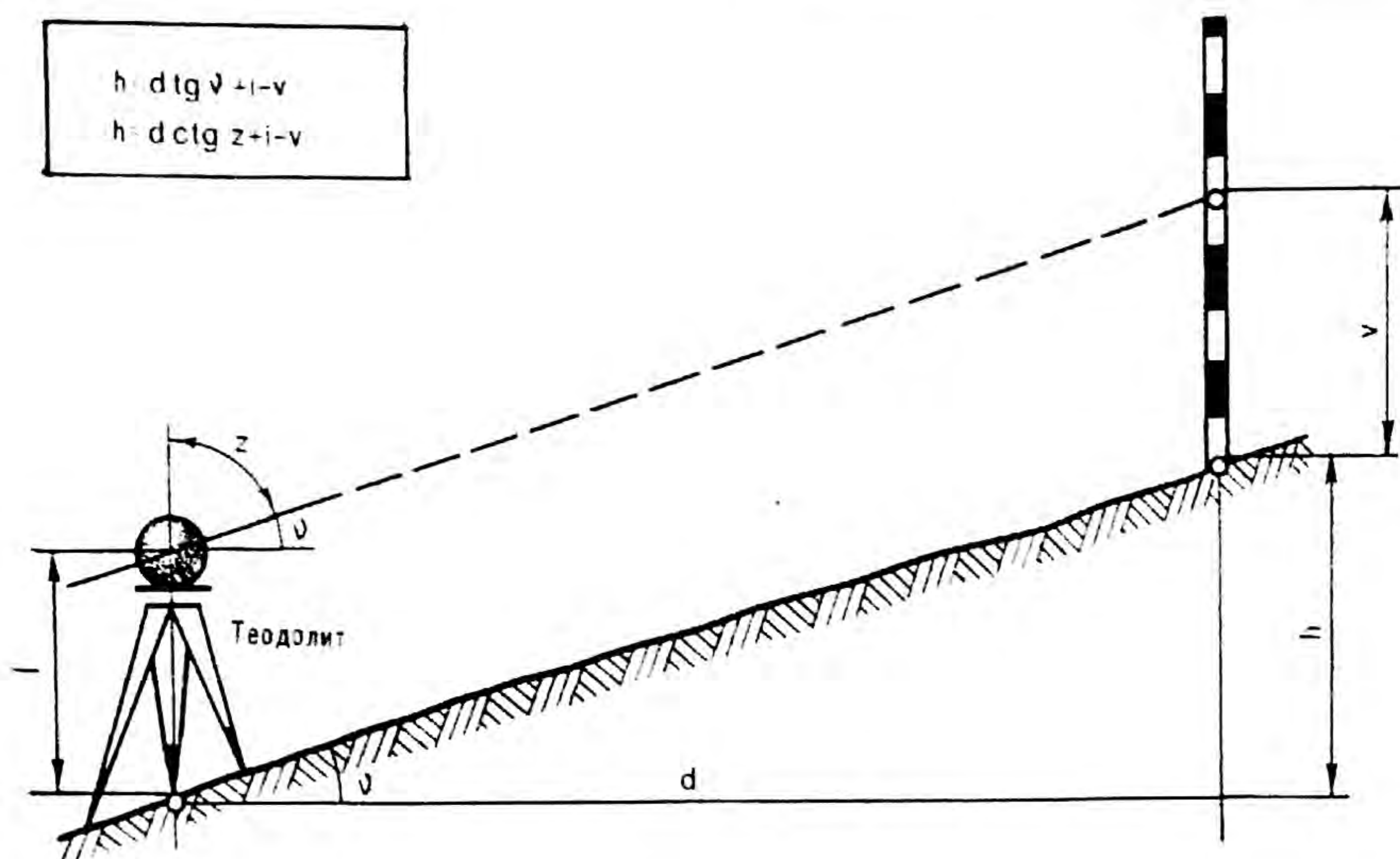


Схема тригонометрического нивелирования:

i — высота теодолита,

v — угол наклона,

z — зенитное расстояние.

Превышение (без учета рефракции) можно определить, пользуясь обеими формулами

юге страны через Ростов — Владикавказ — Тифлис, Потти — Тифлис — Баку и Сызрань — Царицын — Астрахань, а также линии, соединяющей средние уровни Черного и Каспийского морей.

ПЕРВЫЕ УСПЕХИ

В 1881 году была утверждена «Инструкция по точному нивелированию». Но исследование точности нивелировок, произведенное Д. Д. Гедеоновым (1854—1908), показало, что необходимо составить новую инструкцию. Она была составлена, и ею пользовались вплоть до 1913 года. Созданная нивелирная сеть характеризовалась вероятной погрешностью 3 мм на 1 км хода. Нивелировки в России выполнялись не только Корпусом военных топографов, но и другими различными ведомствами. Особенно много работ по изучению гипсометрии нашей Родины в последнюю четверть XIX века провело Русское географическое общество. Уже в 1889 году для гипсометрической карты Европейской России, составленной А. А. Тилло (1839—1899), использовались высоты более 50 тыс.

точек, определенных барометрическим, тригонометрическим и геометрическим нивелированием. Значение этой карты было огромно. Ведь незадолго до ее появления предполагали существование Урало-Балтийской и Урало-Карпатской возвышенностей, тогда как на свою карту А. А. Тилло нанес две совершенно иные, реальные группы возвышенностей — Средне-Русскую и Приволжскую, пересекающие Европейскую часть России в меридиональном направлении.

В 1894 году появился первый отечественный «Каталог высот русской нивелирной сети с 1871 по 1893 год». Он содержал высоты 1092 точек нивелирной сети общей протяженностью 13 000 км, вычисленные от среднего Балтийско-Черноморского уровня (тогда ошибочно предполагали, что уровни этих морей одинаковы).

В 1840 году М. Ф. Рейнеке (1801—1859), используя результаты пятнадцатилетних наблюдений (1825—1840) за уровнем моря в Кронштадте и Таллине, вычислил средний многолетний уровень Балтийского моря, который и был принят за начало отсчета высот в России. Этот уровень, поначалу зафиксированный простой горизонтальной чертой на гранитном устое моста через Обводной канал в Кронштадте, получил название «Нуль Кронштадтского футштока». Спустя полвека Ф. Ф. Витрам (1854—1914) укрепил на этом месте специ-

альную медную пластинку с горизонтальной чертой. В 1951 году пластину укрепили в специальной раме. С 1825 года наблюдения за уровнем моря в Кронштадте ведутся непрерывно (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 8—10. — Ред.).

Высотную связь Нуля Кронштадтского футштока с маркой № 173, заложенной на материке в северо-западном углу железнодорожного депо на станции Ораниенбаум, впервые осуществил в 1872 году Н. Я. Цингер. Впоследствии ее повторяли различными методами нивелирования еще раз десять. Выяснилось, что максимальное расхождение в высоте марки № 173, установленное в результате передачи на нее высоты с Нуля Кронштадтского футштока, составило за период с 1892 по 1969 год всего лишь 13,5 мм. Это говорит о высокой точности нивелирования и устойчивости исходного нуля. Во время Великой Отечественной войны марка № 173 была уничтожена, так что с 1947 года связь нивелирной сети СССР с Нулем Кронштадтского футштока осуществлялась через марку № 1 в городе Ломоносове Ленинградской области. Отметка ее оказалась равной 5,571 м.

В 1888 году удалось осуществить связь нивелирной сети России с нивелирной сетью Австрии и Пруссии. В 1907 году завершилось точное нивелирование по линии железной дороги Оренбург — Ташкент, обеспечившее высотные съемки ряда районов Средней Азии. Нивелирная сеть России охватила и новые территории. В 1901—1911 годах был проложен точный нивелирный ход протяженностью 3600 км от Челябинска до озера Байкал. Он положил начало нивелировки в Сибири, продолжение этого хода до Владивостока уже в советское время связало уровни Тихого океана с Нулем Кронштадтского футштока.

До 1917 года среднеазиатские нивелировки вычислялись не от Нуля Кронштадтского футштока, а базировались на абсолютной высоте нуля ртутного барометра Ташкентской астрономической и физической обсерватории. Впоследствии для определения этой высоты использовали

средний за 1895 год уровень Каспийского моря.

Нивелирная сеть России, создаваемая по Инструкции 1883 года, не могла полностью удовлетворить ни практические, ни научные запросы страны. К тому же рекомендации 17 Конгресса Международного Геодезического союза, состоявшегося в 1912 году, предъявляли более высокие требования к точности нивелирной сети. С 1913 года нивелирные работы в нашей стране стали делить на точные и высокой точности, для чего Геодезическое отделение Военно-топографического отдела разработало специальную «Инструкцию для нивелировок высокой точности, проводимых корпусом военных топографов». Усилиями военных топографов в России удалось создать нивелирную сеть общей протяженностью около 45 500 км. К 1918 году она состояла из ходов точного нивелирования и одного высокоточного хода

от Петербурга до Одессы, связавшего уровни Балтийского и Черного морей (разность высот оказалась $-0,4$ м).

Нивелирная сеть страны, созданная к 40-м годам нашего века, позволила решить ряд хозяйственных и научных задач. В 1910 году в России приступили к изучению современных движений земной коры. На Апшеронском полуострове был создан один из первых в мире специальный полигон, спустя два года эта работа повторилась. Последующие нивелировки на том же полигоне (в 1928, 1936—1937, 1949, 1955—1957, 1962, 1970—1973 годах) позволили получить материал, имеющий большое научное значение.

НИВЕЛИРНАЯ СЕТЬ В СОВЕТСКИЕ ГОДЫ

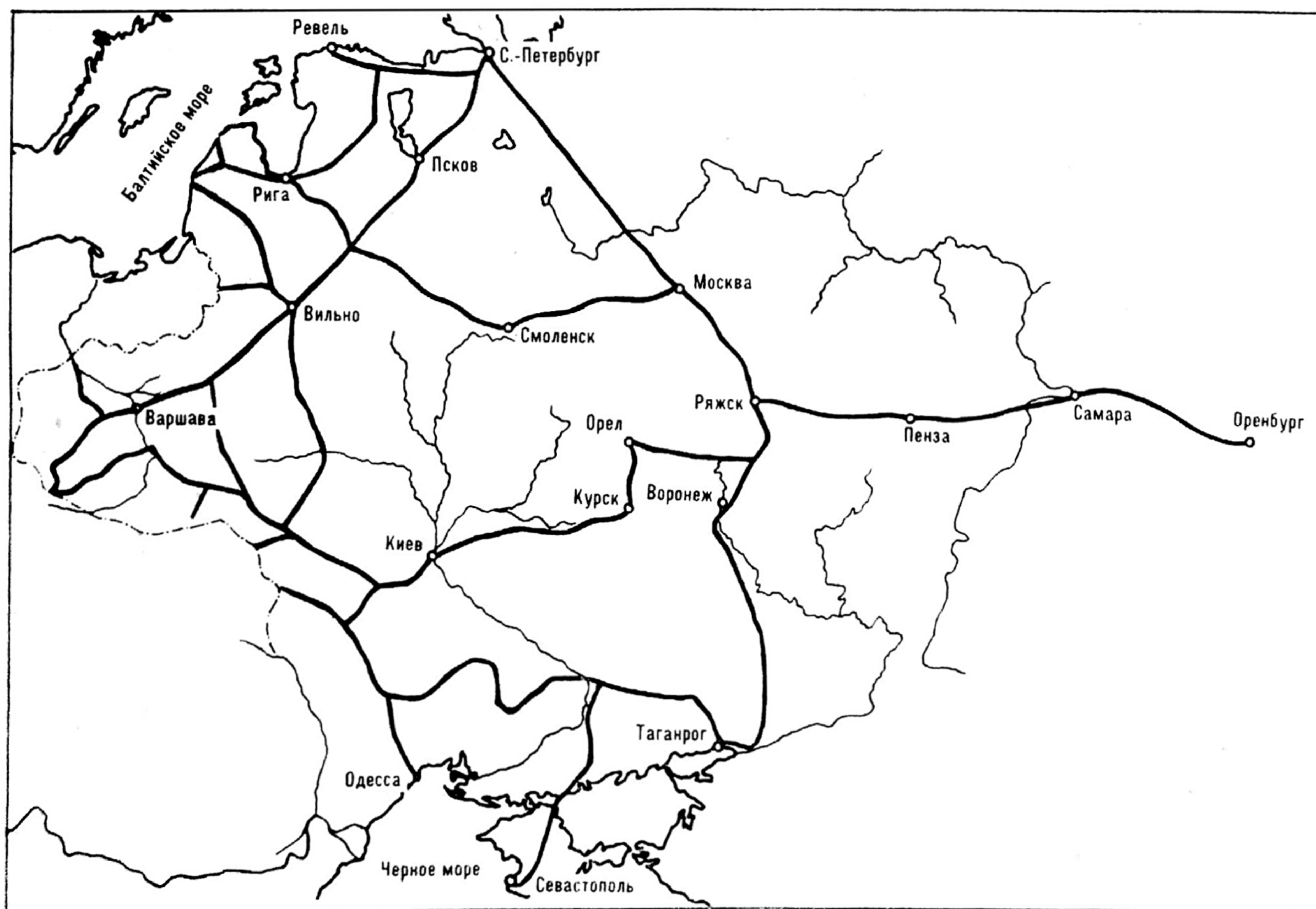
После Великой Октябрьской социалистической революции наступила новая эпоха в развитии отечественных топографо-геодезических и картографических работ. Придавая важное значение геодезической службе в советском государстве, В. И. Ленин

в марте 1919 года подписал декрет «Об учреждении Высшего геодезического управления» (теперь Главное управление геодезии и картографии — ГУГК — при Совете Министров СССР), сыгравший исключительную роль в жизни молодой советской республики.

Одной из задач, поставленных декретом, было создание на территории страны нивелирной сети, которая отвечала бы и практическим, и научным целям. Построение нивелирной сети началось в 1919 году и осуществлялось в два этапа. Поначалу, в 1919—1945 годах, главным образом прокладывались новые линии для высотного обоснования топографических съемок. Делалось это преимущественно в районах интенсивного хозяйственного освоения. Через пять лет после образования Высшего геодезического управления было проложено 1750 км высокоточного и точного нивелирования.

Утвержденный в 1924 году первый в СССР проект высокоточного нивелирования предусматривал проклад-

*Карта-схема нивелирной
сети России к 1894 году*



ку по всей территории Европейской части страны полигонов с периметром 800—1000 км каждый, которые должны были по возможности совпадать с полигонами триангуляции I класса. В соответствии с этим проектом и производилось построение высокоточной нивелирной сети в стране. По инструкции, составленной в 1937 году, линии нивелирования начали закреплять не только стенными марками, но и грунтовыми реперами как самыми надежными в высотном отношении.

Дальнейшее развитие нивелирной сети шло в соответствии с «Основными положениями о построении государственной опорной геодезической сети» (1938 год), которые предусматривали создание на территории страны Государственной нивелирной сети I класса, называемой сетью высокой точности, и сетей II, III и IV классов. К концу первого этапа нивелирная сеть страны имела общую протяженность 100 000 км.

С 1945 года начался второй этап создания государственной нивелирной сети. Потребовалось установить единую систему высот на всей территории Советского Союза, чтобы успешно использовать ее в практических и научных целях, в частности для изучения современных движений земной коры и океанографических исследований. Особое внимание здесь обращалось на конструкцию нивелирных знаков, обеспечивавшую их устойчивость в высотном отношении. С этого же времени в точках пересечения нивелирных ходов и примерно через каждые 75—100 км стали закладывать фундаментные реперы.

Постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 года за исходный уровень для вычисления высот на всей территории СССР был принят Нуль Кронштадтского футштока. Эта система высот получила название Балтийской. «Основные положения о государственной нивелирной сети СССР», утвержденные в 1954 году, предусматривали уже иные требования: нивелирование I класса должно было выполняться с наивысшей точностью, и его необходимо повто-

рять по одним и тем же линиям не реже, чем каждые 25 лет.

К 1967 году нивелирная сеть I класса (общей протяженностью 45 000 км), охватила всю Европейскую часть СССР, Казахстан, Среднюю Азию и Западную Сибирь. Она позволила связать в высотном отношении уровенные станции Баренцева, Белого, Карского, Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей, распространив Балтийскую систему высот на всю континентальную часть страны. А линиями нивелирования II класса территория СССР была покрыта практически целиком, за исключением лишь северных районов страны.

Новый этап в развитии государственной геодезической сети I и II классов знаменует программа, принятая ГУГК на период 1976—1990 годы. Нивелирная сеть позволяет сейчас осуществлять передачу высот от Нуля Кронштадтского футштока на самые северо-восточные окраины страны с погрешностью всего 15—20 см. К настоящему времени протяженность высокоточной нивелирной сети, проложенной в СССР, превышает десять земных экваторов, а вместе с заполняющими сетями III и IV классов ею можно «обернуть» нашу планету по экватору более 75 раз.

Высокоточным нивелированием в последние годы решена и одна из важнейших проблем — определение высот уровней всех морей, омывающих СССР, и крупных озер страны. Установлено, что высоты уровней морей, включая моря Тихого и Северного Ледовитого океанов, неодинаковы и нестабильны, а новая программа развития нивелирной сети страны на период до 1990 года позволит глубже изучить изменения уровня Мирового океана.

Нивелирная сеть СССР как составная часть общего комплекса топографо-геодезических работ способствует успешному картографическому обеспечению реализации народнохозяйственных программ, предусмотренных решениями XXVI съезда КПСС.

Кандидат географических наук
А. В. ШУМИЛОВ

Две экспедиции

Географические открытия, как и люди, имеют свои судьбы. Колумб достиг Америки, но до конца своих дней был уверен, что открытая им земля — часть Азиатского материка. Два с лишним столетия спустя Витус Беринг прошел проливом, отделяющим Азию от Америки, и впервые нанес на карту восточную оконечность Азиатского материка. Но... лишь через сто сорок лет было окончательно доказано: Америка не соединяется с Азией.

Витус Ионассен Беринг, чье имя носит ныне пролив между двумя материками, родился три столетия назад (в 1681 году) в небольшом датском городке Хорсенсе. О «датском периоде» его жизни известно немного — учился, стал моряком, плавал в Ост-Индию... В 1704 году Беринг по приглашению одного из сподвижников Петра I, адмирала Крюкса, приехал в Россию и в чине унтер-лейтенанта был зачислен в русский флот.

Тридцать семь долгих лет прослужил Беринг в России. Он будет командовать кораблями — от неказистой двенадцатипушечной парусной шнявы до девяностопушечного красавца-корабля «Лесное», примет участие в Прутском походе, в битвах со шведами. Впоследствии он женится на боярыне Анне Матвеевне, и для четверых его детей Россия станет родиной, как стала она второй родиной и для самого Витуса Беринга, теперь уже на русский лад Ивана Ивановича Беринга...

Многого добились к началу XVIII века русские землепроходцы. Они уже достигли берегов Тихого океана и на чертежах все отчетливее стали просматриваться очертания Камчатки

Капитан-командора



*Витус Ионассен Беринг (1681—1741).
Неизвестный художник XVIII века,
масло (Центральный
военно-морской музей)*

и Чукотки. Но давний вопрос: существует ли пролив между Азией и Америкой, по-прежнему оставался без ответа. Правда, некий пролив — Анианский — изображали тогда на всех картах. Но было это, как отмечают

историки, лишь «картографической фантазией», домыслом итальянских картографов. Это не должно нас удивлять: на средневековых картах можно найти немало и других мифических земель, островов, проливов. Поразительно другое. Еще в 1648 году русский казак Семен Дежнев обогнул восточную оконечность Азии и прошел, следовательно, мифическим Анианским проливом. Однако это смелое для того времени плавание вовсе «не заметили». Считают, будто отчет Дежнева «затерялся» в якутских архивах. Но это не совсем так. В Москве не могли не знать о его плавании: ведь, вернувшись с Чукотки, Дежнев долго обивал столичные пороги, стараясь выхлопотать себе «пенсию», да так и умер в Москве. Дело здесь, видимо, в том, что слишком противоречивы были зачастую донесения («скаски») малограмотных землепроходцев. Дежневу просто не поверили...

23 декабря 1724 года Петр I повелел снарядить секретную Камчатскую экспедицию и лично написал «Инструкцию». В ней говорилось: «Надлежит на Камчатке или в другом тамошнем месте сделать один или два бота с палубами.

На оных ботах [плыть] возле земли, которая идет на норд, и по чаянию (понеже оной конца не знают), кажется, что та земля — часть Америки.

И для того изкать, где она сошлась с Америкой...»

Даже трудно представить себе все те препятствия, которые пришлось преодолеть начальнику экспедиции Витусу Берингу и всем другим ее участникам еще до начала плавания. От Петербурга до Камчатки — более десяти тысяч верст. По таежной Сибири, через горы и болота их предстояло пересечь на лошадях и по рекам, пешком и на собачьих упряжках. На Камчатку нужно было брать с собой решительно все: продовольствие, одежду, гвозди, смолу, канаты, якоря — ведь в Сибири не было тогда никакой промышленности. Для удобства перевоза канаты приходилось разбивать по стреньгам, якоря — рубить на куски. В Охотске канаты вновь свивали, якоря — сковывали.

Сотни лошадей и ездовых собак

потребовались для переброски грузов. Но иногда даже вьючная лошадь не могла пройти через заснеженные хребты. Тогда все перетаскивали люди.

«Каждый получал груз в шесть пудов (96 кг) и грузил его на узкие длинные сани,— писал один из участников экспедиции.— Работа оказалась для людей крайне тяжелой и утомительной, так как им пришлось на протяжении шести месяцев пройти около трехсот немецких миль (2200 км) и притом все время в запряжке, на манер лошади». Тяжелый путь занял два года. Затем целый год строили корабль. И только в июле 1728 года «Святой Гавриил» вышел в море. Берингу удалось достичь 67° 18' с. ш. Он прошел проливом, разделяющим материки, и нанес на карту Камчатку и восточное побережье Чукотки. Первым из европейцев он открыл большой остров Святого Лаврентия, а в самом проливе, разделяющем материки,— остров Диомида. Жаль только, что из-за постоянного тумана со «Святого Гавриила» так и не увидели берегов Америки.

Беринг выполнил поставленную перед ним задачу. Он убедился, что за одним из мысов (теперь он называется мысом Дежнева) берег резко поворачивает и уходит к западо-северо-западу. Живущие здесь чукчи единодушно утверждали: «а земля наша отсюда поворотилась налево и пошла далеко... по берегу морскому к Колыме... живут люди все нашего рода».

Современник Беринга, академик Миллер, впервые сообщивший о результатах экспедиции, писал: «По сему заключил капитан с не малой вероятностью, что он достиг самого края Азии к северо-востоку: ибо ежели берег оттуда непременно простирается к западу, то нельзя Азии соединяться с Америкой». Действительно ли нельзя?

Все же сомнения оставались. Ведь сухопутный «мост», соединяющий материки, мог находиться и к западу от восточного мыса... Уже после Беринга некий «Чукоцкий нос» нередко рисовали где-то в районе современного мыса Шелагского. Но самое

главное состояло в том, что вообще не было известно, насколько далеко к северу простирается Азия. Оставался совершенно необследованным огромный район между Пясиной и Хатангой. А вдруг именно здесь и существует сухопутный «мост»? Все это хорошо понимал Беринг. Вернувшись в 1730 году в Санкт-Петербург, он выдвинул смелый план новой экспедиции. Официально она называлась Второй Камчатской, но в историю вошла как Великая Северная. Плавание к берегам Америки стало теперь лишь одной из задач экспедиции. Второй отряд от Камчатки должен был двигаться к берегам Японии: «Не без пользы б было, чтоб водяной проход до Японских островов вывести, чего б не малой прибыли Российской империи впредь могло оказаться»,— гласила инструкция, составленная для новой экспедиции. Третьему, академическому отряду вменялось в обязанность все-сторонне изучать внутренние районы Сибири. И наконец, еще четыре отряда должны были нанести на карту все северное побережье России— от Архангельска до Чукотки. Общее руководство всей экспедицией возлагалось на капитан-командора Витуса Беринга.

Почти шестьсот человек участвовали во втором походе и еще около пяти тысяч обеспечивали транспортировку грузов, постоянно подвозили продовольствие. А длилась экспедиция десять лет... Можно представить себе, сколько трудов и забот легло на плечи Беринга.

Историки иногда упрекают капитан-командора в излишней мягкости, нерешительности. Говорят, что, проявив он твердость и настойчивость, ему удалось бы добиться куда больших результатов. Словно отвечая на эти упреки, один из участников экспедиции писал: «Беринг не способен был к скорым и решительным мерам, но может быть пылкой начальник при толиком множестве препятствий, кои он везде встречал, исполнил бы порученное ему гораздо хуже. Винить можно его только за неограниченное снисхождение к подчиненным и излишнюю доверенность к старшим офицерам. Знание их уважал он бо-

лее, нежели бы следовало, и через то вперил им высокомерие, которое переводило их нередко за границы должного повиновения к начальнику».

Еще более определенно высказался академик К. М. Бэр: «У всякого другого, кто стал бы во главе столь громадного и необычайно трудного предприятия, все дело неминуемо развалилось бы».

Рассказывая о Великой Северной экспедиции, нельзя, конечно, не вспомнить ближайшего помощника и верного соратника капитан-командора Алексея Ильича Чирикова. Этот умный и образованный, находчивый и мужественный человек во многом обеспечил успех экспедиции...

В июне 1741 года корабли «Святой Петр» и «Святой Павел» под начальством Беринга и Чирикова вышли из Авачинской бухты и направились к берегам Америки. Но вскоре корабли разминутись в тумане и уже порознь продолжали плавание. Оба они достигли берегов Америки, но вновь соединиться им не удалось... Русские моряки нанесли на карты большой участок западного побережья Америки, Аляски, открыли десятки островов. В этих местах они были первыми европейцами, а быть первыми нелегко. Моряки знают, какого напряжения требует плавание в незнакомых водах. К тому же почти все время штормило, погода стояла туманная и облачная, неделями не видно было солнца и звезд, и нельзя было уточнить местоположение судна. В довершение всего на корабле Беринга начала свирепствовать цинга. Через короткое время уже не мог подняться с койки и капитан-командор...

«В нашей команде,— писал старший офицер «Святого Петра»,— теперь столько больных, что у меня не осталось почти никого, кто бы мог помочь в управлении судном. Паруса к этому времени износились до такой степени, что я всякий раз опасался, как бы их не унесло порывом ветра. Заменить же их другими за отсутствием людей я не имел возможности. Матросов, которые должны были держать вахту у штурвала, приводили туда другие больные товарищи, из числа тех, которые были способ-

ны еще немного двигаться. Матросы усаживались на скамейку около штурвала, где им и приходилось в меру своих сил нести рулевую вахту. Сам я тоже с большим трудом передвигался по палубе, и то только держась за какие-нибудь предметы... И при все том стояла поздняя осень с сильными бурями, длинными темными ночами, со снегом, градом и дождем».

4 ноября с корабля увидели землю — высокие заснеженные горы. Камчатка? Нет, это была группа островов, которые теперь зовутся Командорскими. Но все-таки это суша! Здесь и решили зазимовать. Состояние экипажа было ужасным. Больные умирали, едва их выносили на палубу, другие — в шлюпке, пока гребли к берегу.

«Вся страна представляла печальный и ужасный вид,— пишет один из спутников Беринга.— Покойников, которых не успели еще предать земле, обглаживали песцы; не боялись они подходить и по-собачьи обнюхивать беспомощных больных, лежавших на берегу. Иной больной кричит от холода, другой жалуется на голод и жажду. Цинга многим так страшно изуродовала рот, что от сильной боли они не могли есть».

Беринга перевезли на остров. Положили — ходить он уже не мог — в отдельную землянку, выкопанную на берегу и прикрытую парусом. Ему становилось все хуже и хуже. Он попросил засыпать его песком: казалось, так будет теплее. 8 декабря 1741 года капитан-командор скончался...

Некоторое время спустя корабль, стоявший в бухте, жестоким зимним штормом выбросило на берег и разбило. Люди ютились в землянках, выкопанных в песке, питались мясом сивучей, котиков, морских коров. Кстати сказать, до той осени 1741 года никто еще не знал об этом животном — морской или стеллеровой корове, названной по имени Стеллера, натуралиста и адъютанта Петербургской академии наук, также участвовавшего в экспедиции. Можно сказать, именно мясо морской коровы и спасло оставшихся в живых от цинги и голодной смерти. Охотились



Мемориальная доска на доме в городе Хорсенсе, в котором родился Витус Беринг

на этих огромных зверей весом в несколько тонн, мирно пасшихся у самого берега, примерно так. Под-

Памятник экспедиции Витуса Беринга на острове Беринга

плывали на лодке к стаду и огромным, остро отточенным крюком подцепляли одну из коров. Сорок человек, взявшись за канат, к которому привязывали крюк, вытаскивали жертву на берег. Только у Командорских островов обитало это животное. Нынешние зоологи говорят о высоком качестве мяса коровы (по вкусу оно не отличается от говядины), о жир-



ном молоке. Утверждают, что морская корова могла стать первым одомашненным морским животным. Но редчайший вид был полностью уничтожен всего за 27 лет!

Весной из обломков «Святого Петра» оставшиеся в живых построили небольшое суденышко и на нем добрались до берегов Камчатки, принеся с собой весть о замечательных открытиях русских моряков в Тихом океане...

К 1743 году работы Великой Северной были в основном закончены. В летописи географических открытий нет примера другой, столь же грандиозной по замыслу экспедиции. И никакая другая не добивалась таких замечательных успехов. Достаточно сказать, что на карты мира впервые удалось нанести все северное побережье России — свыше десяти тысяч (I) километров береговой линии. Витус Беринг достиг восточной оконечности Азии, а штурман Семен Челюскин — северной. Фактически впервые удалось установить истинные размеры России и Азии. На картах появились цепи Алеутских и Курильских островов, Сахалин, Аляска...

И до сих пор восхищает нас беззаветный героизм и мужество русских моряков. Умерли от цинги и начальник отряда лейтенант Василий Прончищев, и его жена — первая в мире арктическая путешественница. В отряде Питера Ласиниуса во время зимовки из 52 человек погибли 38. А сколько погибло безымянных героев! Общим памятником русским колумбам — знаменитым и неизвестным — стала сводная карта Великой Северной экспедиции...

Но судьбе угодно было сыграть с исследователями злую шутку. Долгие годы результаты двух экспедиций Беринга оставались секретными. А потом эти результаты поставили под сомнение. Утверждали, например, будто Семен Челюскин «решился на неосновательное донесение, чтобы развязаться с ненавистным предприятием». Он якобы написал свой отчет, «не выходя из Хатангского зимовья». Оспаривали, считали фальсифицированными и астрономические измерения Беринга у берегов Чукотки. Поэтому Азию на некоторых картах «сжимали» по долготе градусов на

тридцать. И опять встал вопрос: соединяется ли Азия с Америкой?

Фактически только после экспедиций Ф. П. Врангеля (1820—1824) и А.-Э. Норденшельда (1878—1879) все окончательно прояснилось. Швед Норденшельд, который вторым достиг северной оконечности Азии (136 лет спустя!), писал: «Челюскин действительно посетил этот мыс. Верное очертание мыса Челюскин дает право к последнему предположению». А знаменитый английский мореплаватель Д. Кук еще в XVIII веке отметил: «Отдавая должное памяти Беринга, я должен сказать, что он очень хорошо обозначил этот берег, а широты и долготы его мысов определил с такой точностью, которую трудно было ожидать».

Подвиги участников экспедиции Беринга навеки вписаны в географическую летопись. Десятки их имен — на картах мира: пролив Малыгина, берег Прончищева, мыс Челюскин, море Лаптевых... И, конечно, Берингов пролив, Берингово море, мыс Беринга, Командорские острова...

НОВЫЕ КНИГИ

«ПОДВИЖНАЯ МОЗАИКА ПЛАНЕТЫ»

Так называется научно-популярная книга А. В. Орловой, рассказывающая о рельефе поверхности Земли (М.: Недра, 1981). Книга состоит из введения и четырех глав. Во введении автор знакомит читателей с проблемами изучения рельефа и рассматривает две основные гипотезы его образования — контракционную и гипотезу тектоники плит.

Первая глава посвящена блоковому строению современного рельефа, который как в горной, так и в равнинной местности имеет ступенчатый характер; перемещения же блоков проходят по рельефообразующим разломам.

Тектонический рельеф различных областей — тема второй главы книги. Здесь приводятся сведения о горных областях, платформах и океаническом дне на Земле, а также о лунном море Ясности и рельефообразующих разломах Марса.

Рельеф — главный фактор геологического строения территории. Эта

проблема, тесно связанная с размещением полезных ископаемых на земном шаре, подробно излагается в третьей главе.

Как меняется лик нашей планеты, какие волновые движения характерны для земной коры, как происходят движения материков, какие новые гипотезы и идеи могут родиться при изучении физической карты мира, карты, наглядно представляющей строение поверхности Земли? Ответы на эти вопросы читатель найдет в последней главе книги.

Книга А. В. Орловой рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся науками о Земле.

ГЕОЛОГИЯ СЕГОДНЯ

Основным проблемам геологии — решенным и нерешенным — посвящена научно-популярная книга М. М. Судо «Современная геология» (М.: Знание, 1981).

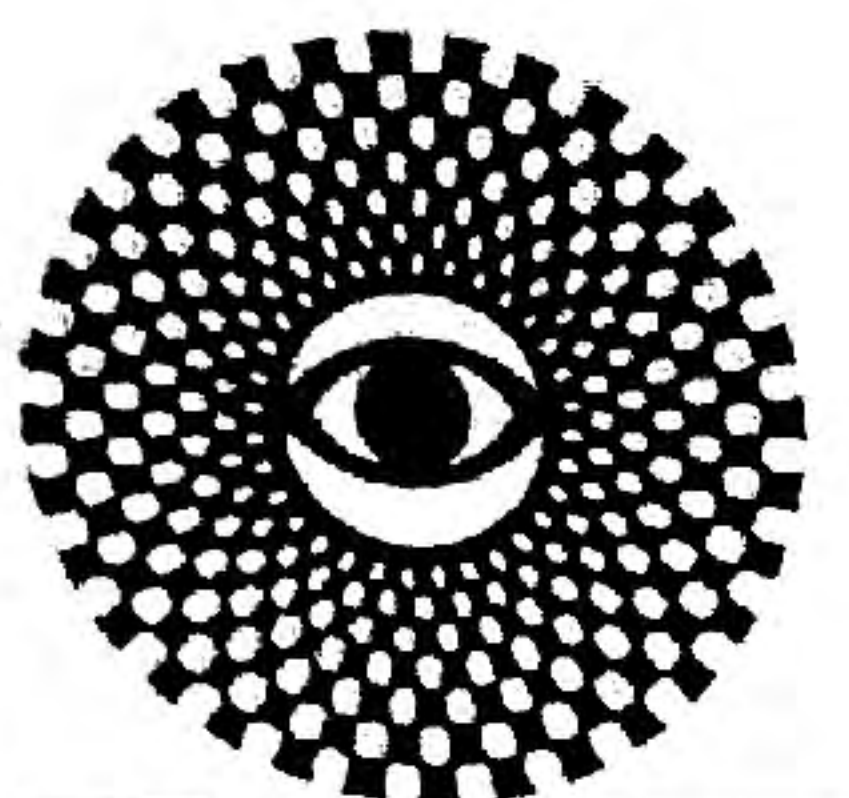
Книга состоит из пяти глав. В первой рассказывается о развитии геологических знаний. Во второй

главе приводятся сведения о строении и свойствах Земли — ее форме и рельефе, вещественном составе, внутренних оболочках.

Лик Земли непрерывно изменяется под влиянием различных геологических процессов — внешних и внутренних. Выветривание, осадконакопление, а также магматизм и метаморфизм, колебательные движения в недрах планеты — тема третьей главы книги.

Что такое геохронологическая шкала? Какими были основные этапы развития Земли? В чем отличие концепции новой глобальной тектоники от концепций фиксизма? На эти ключевые вопросы геологии читатель найдет ответ в пятой главе книги. В последней главе автор рассказывает о минеральных ресурсах Земли. Особое внимание здесь уделяется рациональному использованию полезных ископаемых суши и Мирового океана.

Книга содержит краткий словарь геологических терминов. Она предназначена для студентов геологических и географических вузов, учителей географии, а также для тех, кто интересуется проблемами современной геологии.



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ
+

Заведующий
астрономической обсерваторией
пионерского лагеря ЦК ВЛКСМ
«Орленок»
С. С. ВОЙНОВ

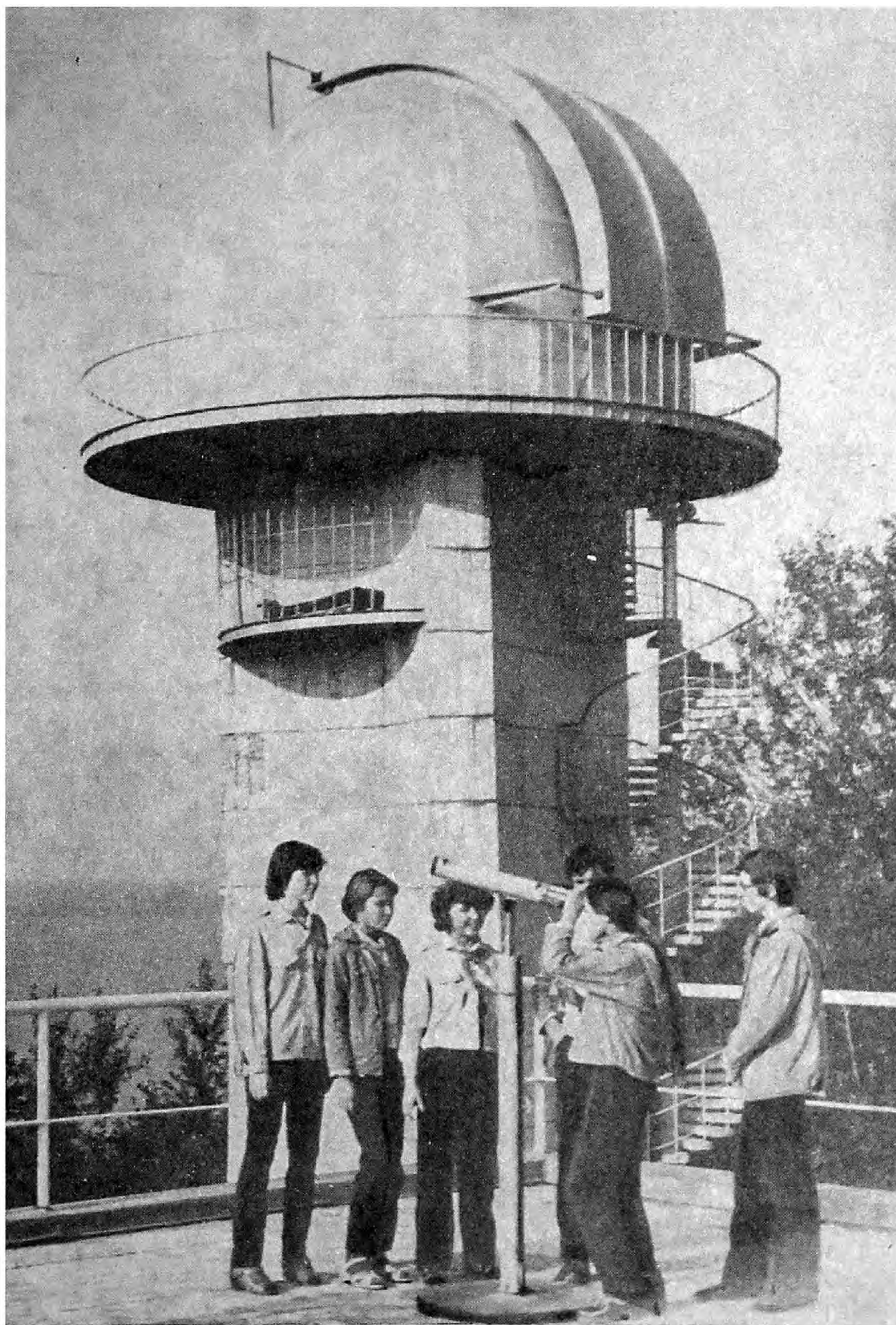
У самого Черного моря...

С борта прогулочного теплохода, идущего из Туапсе в Геленджик, взору открывается комплекс сооружений, расположенных в Золотой Щели на берегу Черного моря. Это — Всесоюзный ордена «Знак Почета» пионерский лагерь ЦК ВЛКСМ «Орленок».

В летнее время пять дружин лагеря — «Звездная», «Стремительная», «Штормовая», «Солнечная» и «Комсомольская» — собирают в своих корпусах и палатках около 3000 школьников со всех концов нашей страны, из стран социалистического содружества, представителей детских прогрессивных организаций из капиталистических стран. В распоряжении ребят Дворец культуры и спорта с двумя плавательными бассейнами, прекрасный стадион, парашютная вышка, Дом авиации и космонавтики, астрономическая обсерватория. Дом авиации и космонавтики оснащен тренажерами, макетами и моделями космических аппаратов. Здесь активно идет пропаганда достижений отечественной космонавтики.

Астрономическая обсерватория имеет помещения для занятий кружков, фотокомнату, смотровые площадки на крыше здания и вокруг него и астрономическую башню с куполом диаметром 6,5 м. В башне установлен 30-сантиметровый телескоп системы Ньютона, изготовленный для «Орленка» в оптических мастерских обсерватории Одесского

*Наблюдения Солнца
в школьный телескоп.
На заднем плане — башня
астрономической обсерватории
«Орленка»*



государственного университета. На крутом обрыве над морем установлен радиотелескоп. В штате обсерватории шесть человек: заведующий обсерваторией, заведующие лабораториями астрономии, астрофизики, радиоастрономии, телескопостроения и механик.

Датой рождения обсерватории считается 1 июня 1975 года, когда с пионерами «Орленка» было проведено первое занятие по астрономии.

Прошло семь лет — срок достаточный для того, чтобы обсерватория приобрела «свое лицо» и, учитывая специфику пионерского лагеря, коллектив которого периодически меняется, нашла свои формы и методы работы. Убежден, что их можно использовать и в других пионерских лагерях и астрономических кружках.

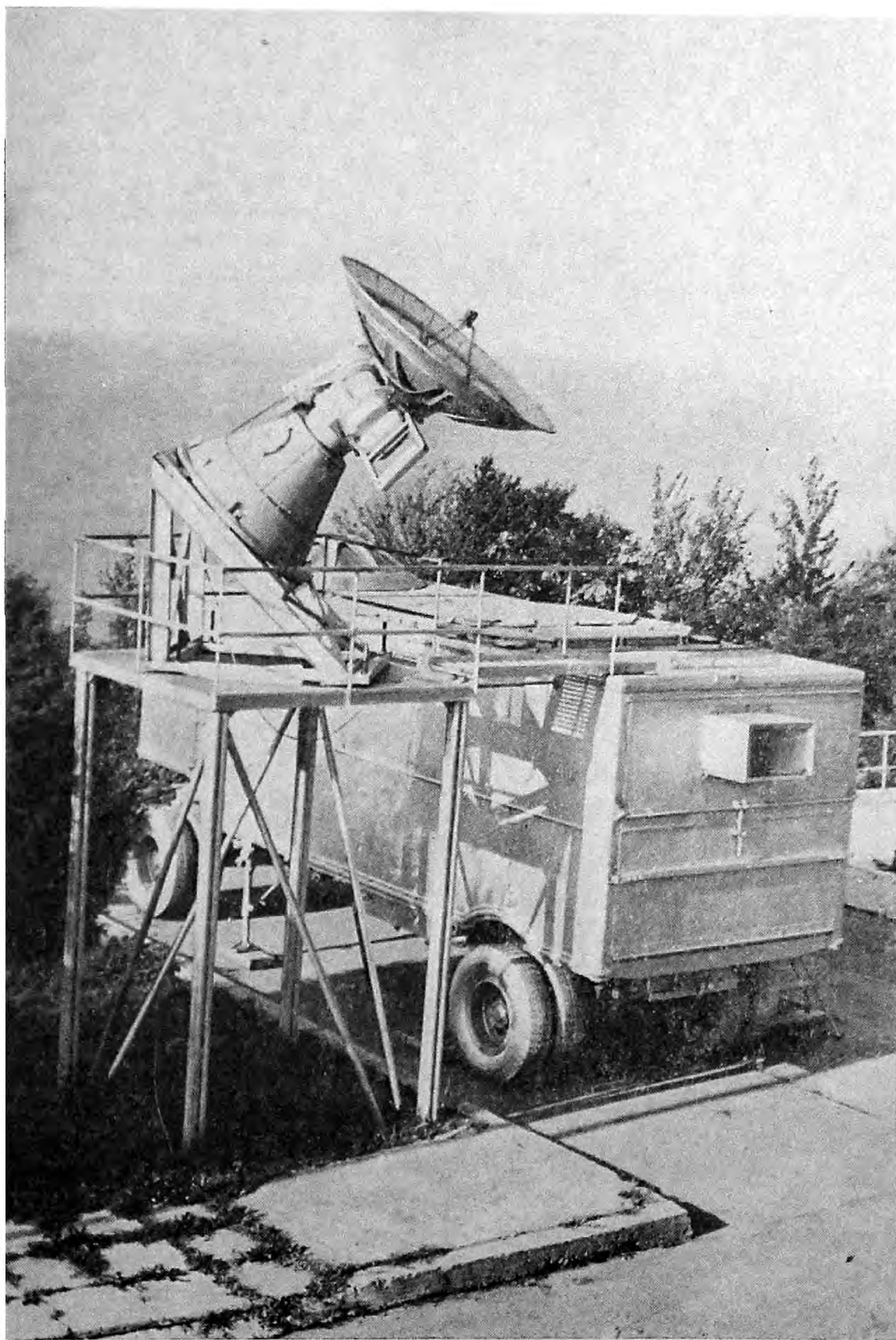
Основная форма работы обсерватории — **кружковые занятия**. Так как пионеры каждой дружины в период

летних смен посещают занятия кружков лишь пять-шесть раз, а в зимние смены (лагерь круглогодичный, со своей школой) — восемь-девять раз, нам пришлось очень внимательно относиться к содержанию занятий, к объему информации, которую должны получить пионеры, к методике подачи этой информации. Уже в самом начале стало ясно, что без технических средств обучения (проекционная аппаратура, магнитофон, проигрыватель) и учебно-наглядных пособий нам не обойтись. В настоящее время в обсерватории имеются проекционные аппараты «Свистязь», «Протон», «Лэти», ЭПД-455, «Свет», видеоманитофон, набор черно-белых и цветных слайдов по различным разделам астрономии.

На занятиях астрономических кружков пионеры знакомятся с природой Солнца и планет Солнечной системы, со структурой Вселенной, с проблемами космогонии и космологии. Руководители кружков стремятся не только дать ребятам новую информацию, но и закрепить пробудившийся интерес к астрономии.

В лаборатории астрофизики главное внимание уделяется методам изучения небесных тел и явлений. Мы рассказываем ребятам, как фотографировать Солнце, Луну, звездное небо, как вести поиск и наблюдения комет. Лаборатория располагает астрографами, метеорным патрулем, школьными спектроскопами, монохроматором (УМ-2), микрофотометром (МФ-2) и другими приборами.

Лаборатория радиоастрономии имеет первый во внешкольных организациях страны радиотелескоп для любительских наблюдений солнечного радиоизлучения на длине волны 10 см. Диаметр его сферической антенны 2 м. Чтобы повысить эффективность радиотелескопа, его предполагается перевести на рабочую длину волны 3 см. Переоборудовать радиотелескоп нам помогают Ленинградское отделение Специальной астрофизической обсерватории АН



Радиотелескоп обсерватории «Орленка». В кабине расположена приемно-усилительная и регистрирующая аппаратура



*Первое знакомство
с оптическим прибором*

СССР, Московский физико-технический институт и Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга.

Лаборатория телескопостроения еще только начинает свою работу. Мы полагаем, что здесь ребята будут знакомиться с устройством различных телескопов и других оптических самодельных приборов, используя для этого своеобразные наборы, созданные в обсерватории.

Чтобы каждый пионер, отдыхающий в «Орленке», получил представление об астрономии, в отрядах проводятся беседы на астрономические темы и «прогулки по звездному небу». Беседа может иметь обзорный характер или посвящаться какой-то одной проблеме. В ходе беседы демонстрируются слайды, звучат фонограммы с репортажами о запусках космических кораблей.

«Прогулки по звездному небу» начинаются с короткой ознакомительной беседы, затем ребятам показывают созвездия, после чего они учатся отыскивать созвездия самостоятельно. Звездное небо демонстрируется на одной из наблюдатель-

ных площадок, устроенных на крыше здания обсерватории. На этой площадке установлены бинокулярные трубы (ТЗК и БИТ), бинокли, 80-миллиметровый цейсовский рефрактор, школьные телескопы. В то время, как половина отряда знакомится с созвездиями, остальные, разбившись на группы по два-три человека, переходят от инструмента к инструменту и рассматривают, например, Сатурн (в цейсовский рефрактор), Мицар и Алькор (в один из школьных телескопов), γ Андромеды (во второй школьный телескоп), скопления Плеяды (в трубу ТЗК), χ и h Персея (в бинокль) и т. д. Кружковцы помогают ребятам проводить наблюдения, отвечают на их вопросы. Через некоторое время ребята меняются наблюдательными площадками. Благодаря рациональному использованию времени и помощи членов кружков нам удается за два часа показать звездное небо всей дружине лагеря (520 человек).

Для пропаганды астрономических знаний в «Орленке» практикуется оригинальная форма работы — «коллективное творческое дело». «Коллективное творческое дело» готовит весь отряд или группа пионеров. Оно может проходить в форме диспута, КВНа, научно-фантастической игры или защиты фантастического проек-

та. Так, например, в лагере проводился КВН на тему «Дружим со звездами». Командам — звеньям отряда — задавались вопросы и задачи, решение которых требовало определенных знаний о звездах. Поэтому перед КВНом сотрудник обсерватории рассказывал пионерам отряда, что такое звезды и созвездия, знакомил с расположением на небе наиболее заметных из них, учил работать с демонстрационной картой звездного неба.

А вот научно-фантастическая игра «Путешествие к планетам разноцветных солнц» построена совершенно в другом ключе. Группа пионеров (6—8 человек) заблаговременно знакомится со слайдами, которые будут демонстрироваться во время игры, читает рекомендованную сотрудником обсерватории литературу, оформляет помещение для игры. Эта группа — «центр бионутранспортировки», а звенья отряда — «экипажи» космических кораблей. Представители «центра» рассказывают о тех астрономических объектах, которые встретятся «экипажам» во время «путешествия» к планетам разноцветных солнц. Далее демонстрируются слайды с репродукциями картин художников-фантастов Г. И. Курнина, Г. И. Тищенко, А. А. Леонова, А. К. Соколова. Каждый «экипаж» выбирает звезду, к планетам которой и совершает «путешествие». По окончании полета «экипажи» готовят отчеты. В них полностью раскрывается творческая фантазия ребят. Очень часто рассказы о том, что они «видели» на планетах своего солнца, ребята дополняют рисунками, а иногда и вылепленными из пластилина фигурками.

Более сложная по содержанию научно-фантастическая игра «Центр СЕТИ». Группа пионеров выполняет функции сотрудников лаборатории центра, остальные члены отряда — его посетители. Сотрудники центра знакомят посетителей с природой астрономических объектов, проблемой внеземных цивилизаций и методикой дешифровки радиопослания инопланетной цивилизации.

Следует сказать несколько слов и о такой форме «коллективного твор-



Празднование Дня космонавтики в пионерском лагере «Орленок» в 1977 году. Выступает дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР Г. М. Гречко

ческого дела», как защита фантастического проекта. «Конструкторские бюро», число которых соответствует количеству звеньев в отряде, создают макеты космических кораблей или космических станций. Затем ребята защищают перед экспертной комиссией проект своего корабля.

Пропаганда астрономических знаний, безусловно, способствует повышению общественной активности пионеров. Напомним, что члены астрономических кружков помогают проводить «прогулки по звездному небу». Подготовка «коллективного творческого дела» развивает у ребят не только организаторские способности, но и стремление поделиться полученными знаниями с товарищами.

По инициативе обсерватории организуются **дружинные линейки** и даже устраиваются **спектакли на астрономические темы**. Дружинные линейки посвящены, например, дням весеннего и осеннего равноденствия. Группа пионеров готовит красочное пред-

ставление, герои которого — дни недели, месяцы, времена года, зодиакальные созвездия, Солнце и планеты — рассказывают, когда и почему наступает равноденствие. На линейке читаются стихи, звучит музыка, исполняются танцы.

Один из спектаклей, созданных в обсерватории, посвящен дню зимнего солнцестояния и связанному с ним старинному русскому празднику «Солнцевороту». В спектакле, который длится около часа, участвуют два пионерских отряда. Из него пионеры дружины узнают, как возник на Руси праздник «Солнцеворот». Спектакль знакомит их с природой астрономических объектов и строением Солнечной системы.

Усилить действенность пропаганды астрономических знаний помогают игровые устройства, разрабатываемые в обсерватории. Например, «пульт управления», позволяющий в цветовом, световом и звуковом оформлении реализовать комплекс таких команд, как «готовность к старту» и «старт». Создано несколько игровых автоматов для оформления лабораторий «Центра СЕТИ», пособие «Зодиак», прибор для демонстрации слайдов в дневное время и т. п.

Ставя перед собой задачу приоб-

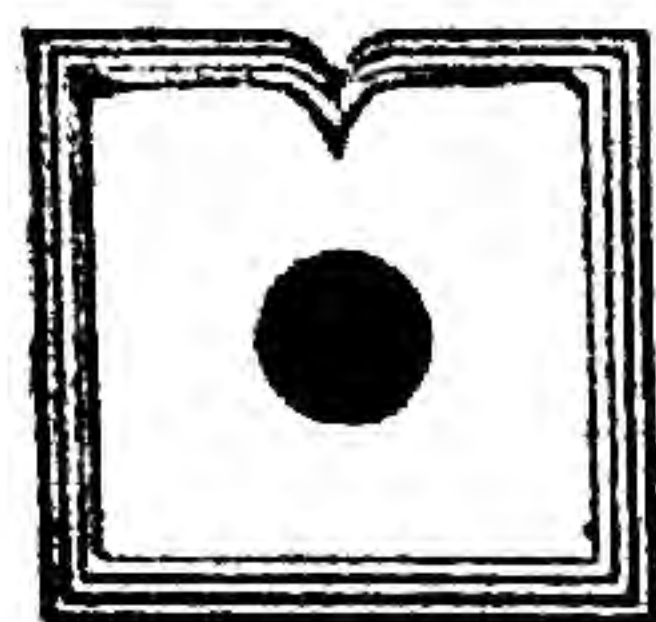
щения пионеров к любительскому астрономическому движению, обсерватория вместе с дружиной лагеря организует **пионерские отряды юных астрономов**. В них объединяются пионеры, которые по-настоящему интересуются астрономией. Сотрудники обсерватории делают все, чтобы закрепить у юных астрономов интерес к этой науке, и ориентируют ребят на занятия любительской астрономией и у себя дома.

Торжественно отмечается в «Орленке» День космонавтики. В программе праздника «Мы рождены, чтоб сказку сделать былью», посвященного Дню космонавтики, — беседы по астрономии и «прогулки по звездному небу», встречи с учеными и космонавтами — гостями лагеря, диспуты, викторины, олимпиады, выставки картин художников-фантастов.

У обсерватории «Орленка» много друзей. Доктор технических наук И. В. Стражева поделилась с ребятами впечатлениями от личных встреч с космонавтами и конструкторами космических кораблей. С кандидатом физико-математических наук Л. М. Гиндилисом ребята обсуждали проблему существования внеземных цивилизаций и пути их поиска. О достижениях радиоастрономии рассказывал ребятам кандидат физико-математических наук А. М. Финкельштейн, об исследовании Солнца — кандидат физико-математических наук Э. В. Кононович. Гостями «Орленка» были доктор физико-математических наук Л. М. Мухин, лауреат премии Ленинского комсомола, доктор физико-математических наук А. М. Черепашук.

Много сил и энергии отдают пионерам сотрудники обсерватории «Орленка» — В. А. Костицин, Л. Н. Филиппова, Г. В. Орлова. Их знания, любовь к детям обеспечивают успешную деятельность обсерватории по пропаганде достижений астрономии, космонавтики и вовлечению школьников в любительскую астрономию.

Фото В. Грязева



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

Кандидат философских наук
В. В. КАЗЮТИНСКИЙ

Поиск внеземных цивилизаций

Современный этап исследований, связанных с проблемой внеземных цивилизаций (ВЦ), с полным правом называют экспериментальным, поскольку развертывающаяся сейчас научно-техническая революция впервые в истории человечества создала реальные возможности для поиска ВЦ и попыток установления с ними контактов. Но парадоксальность ситуации состоит в том, что и на этом этапе наибольшее развитие получили пока теоретические аспекты проблемы, тогда как экспериментальные и наблюдательные результаты «на сегодня незначительны, а в смысле обнаружения искусственных сигналов отрицательны» (с. 83 рецензируемой книги).

В чем же дело? Может быть, в уникальности нашей земной цивилизации, как склонен полагать член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский? Или, напротив, космические цивилизации весьма многочисленны и даже стремятся к установлению контактов, просто их сигналы не удается распознать из-за коренных различий в путях социально-практического развития (такой взгляд отстаивается Б. Н. Пановкиным)? Авторы статей, составляющих сборник «Проблема поиска внеземных цивилизаций» (М.: Наука, 1981), весьма решительно полемизируют с концепцией И. С. Шкловского. Но и альтернативный подход, обосновываемый в книге, также вызывает у многих из них определенное несогласие.

Анализ понятий «жизнь», «разум», «цивилизация», данный в статьях членов-корреспондентов АН СССР В. С. Троицкого и Н. С. Кардашева, безусловно, имеет немалое значение



для ясного понимания обсуждаемой проблемы. Разумеется, в данном случае эти понятия применяются не как одноименные философские категории, а как общенаучные понятия, причем их содержание сформулировано применительно к проблеме ВЦ. Интересно, к примеру, следующее функциональное определение цивилизации, сформулированное В. С. Троицким: «цивилизация — это общность разумных существ, использующих обмен информации, энергии и массы для выработки действий и средств, поддерживающих свою жизнь и прогрессивное развитие». По его мнению, размер пространства, занимаемого цивилизацией вокруг

своей звезды, неизбежно должен быть небольшим.

Концепцию возможной уникальности земной цивилизации рассматривают П. В. Маковецкий, Н. Т. Петрович и В. С. Троицкий. Авторы показывают, что занижение величины сомножителей известной формулы Дрейка, к которому прибегают сторонники названной концепции, недостаточно обосновано. Отмечена неубедительность точки зрения, постулирующей одинаково малую вероятность трех коренных качественных скачков в процессах прогрессивного развития — от неживого к живому, от неразумного к разумному и от нетехнологического к технологическому, так как наиболее «трудным» оказывается первый из них. По мнению авторов статьи, вряд ли мы встретим на других планетах живые существа, «невообразимо непохожие на землян» — подобное предположение названо «фантастическим».

Ряд статей посвящен проблемам поиска и обнаружения межзвездных биологических молекул, органических соединений в космосе (В. И. Слыш, В. С. Стрельницкий), «горячим точкам» в проблеме происхождения жизни (Л. М. Мухин). Л. М. Гиндилис анализирует методологические аспекты оценки числа ВЦ в Галактике, готовых в данное время к контакту, и приходит к выводу, что это — случайная величина, среднее значение ее зависит от трех основных параметров: срока жизни звезд, в окрестностях которых возможно появление цивилизаций, времени, истекшего с момента образования подходящей звезды до возникновения около нее коммуникативной цивилизации, и дли-

тельности самой коммуникативной фазы. Как показывают подсчеты, вероятность возникновения коммуникативных цивилизаций достаточно велика.

В статье П. В. Маковецкого, Н. Т. Петровича и В. С. Троицкого отмечена логическая некорректность процедуры, с помощью которой обосновывается уникальность человечества. Суть этой процедуры в следующем. Исходя из экспоненциального закона роста, посредством экстраполяции прогнозируется отдаленное будущее нашей земной цивилизации. Затем полученные следствия переносятся на ВЦ, выводится неизбежность их быстрого расселения по Галактике и полного овладения энергией звезд. Поскольку высокоразвитые ВЦ до сих пор не обнаружены, делается вывод, что они вообще отсутствуют во Вселенной. Наконец, используя обратную экстраполяцию, доказывается наша собственная уникальность. Логика приведенного рассуждения достаточно сложна для того, чтобы его конечный результат казался слишком убедительным. Анализируя указанные экстраполяции, следует учитывать, что экспоненциальный рост в процессах развития не является универсальным законом — это и лишает доказательности подобные предположения.

С прямо противоположных позиций рассматриваются закономерности развития космических цивилизаций в статье Г. М. Идлиса, по мнению которого, именно экспоненциальный рост характерен для оптимального развития любой разумной цивилизации. Но ее космическая экспансия в пределах одного безграничного макромира типа нашей Метагалактики заведомо не может обеспечить беспредельный экспоненциальный рост используемых ресурсов. Выход автор видит в систематическом проникновении (хотя бы информационном) в другие макромиры, потенциально содержащиеся, согласно концепции автора, в каждой элементарной частице.

Много места отводится в книге проблемам стратегии поиска ВЦ с детальным анализом обоих методов такого поиска — астрофизического и

связного. Член-корреспондент АН СССР Н. С. Кардашев сравнивает стратегию поиска ВЦ земного типа (стабилизирующихся или гибнущих на уровне развития, близком к нашему, то есть использующих сходную с нашей технику связи) и поиска суперцивилизаций, которые в своем развитии ушли несравненно дальше нас: в этом случае следует наблюдать наиболее мощные во Вселенной источники излучения, чтобы выяснить их естественную или искусственную природу. По мнению Н. С. Кардашева, второй путь эффективнее. Противоположной точки зрения придерживается В. С. Троицкий. Интересна статья С. А. Каплана и Н. С. Кардашева, где рассмотрены возможности обнаружения астроинженерной деятельности ВЦ, в результате которой изменяются структура и свойства небесных тел. Основное затруднение при этом — выявление критериев, позволяющих отличить астроинженерные конструкции от естественных объектов — например, при попытках интерпретировать грандиозные процессы в ядре Галактики как проявление астроинженерной деятельности ВЦ. С другой стороны, в книге помещена статья В. А. Разина, содержащая аргументы, согласно которым цивилизации могут возникать только на планетах вдали от активных ядер галактик.

Проблемы радиосвязной стратегии поиска ВЦ подробно проанализированы в статье П. В. Маковецкого. Эта стратегия, основанная на оптимизации канала радиосвязи, покоится, по мнению автора, на следующих априорных допущениях: ВЦ коммуникабельны, разумны и обладают информацией о нашей общей экологической нише — Галактике. Отсюда следует, что для всех ВЦ неизбежен выбор одинаковых параметров, характеризующих стратегию взаимного поиска (частота сигнала, вид модуляции, семантика сообщения, момент связи, направления передачи и приема и т. д.).

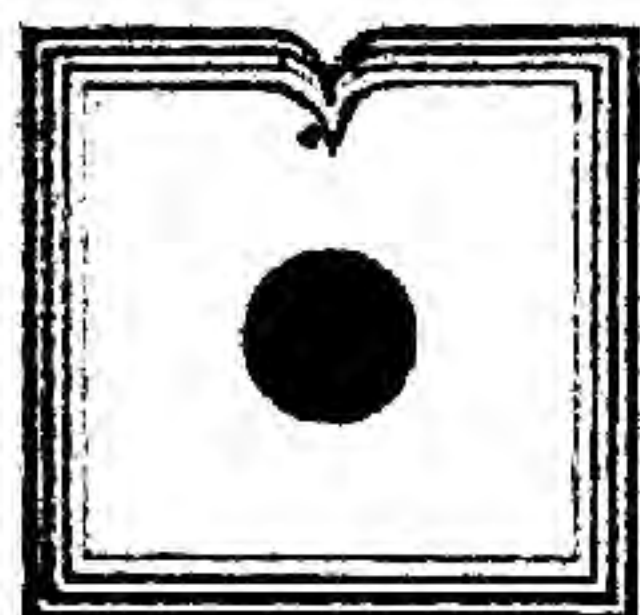
Есть в сборнике и статьи, посвященные принципиальным моментам обмена смысловой информацией между космическими цивилизациями. В статье И. М. Крейн предложена схема

различных вариантов контакта. Б. Н. Пановкин анализирует проблему информационного обмена между различными высокоорганизованными системами — «автоматами». Автор показывает, какие серьезные трудности для контакта возникают при расхождении в «познавательных инструментах» подобных систем. Он приходит к выводу, что даже в самых благоприятных условиях для осуществления информационного взаимопонимания между космическими цивилизациями необходимы длительные и «многоступенчатые» усилия.

В книге обсуждаются и другие предположения. Так, Л. В. Ксанфомалити разбирает работы, посвященные возможному присутствию в Солнечной системе зондов ВЦ, — подобную гипотезу выдвинул американский радиоастроном Брейсуэлл. Основной задачей зонда может быть исследование деятельности нашей цивилизации. Рассматривается и проблема палеоконтакта — гипотетического посещения Земли представителями ВЦ в отдаленном прошлом (статья И. С. Лисевича). Как отмечено в предисловии к книге, «большинство историков и лингвистов не относятся серьезно к подобному предположению. Однако посещение Земли в прошлом не может быть исключено какими-либо известными научными соображениями. Исследования в данной области представляют определенный интерес» (с. 4).

Книгу завершает обширная библиография (около 800 названий) отечественных и зарубежных работ по проблеме внеземных цивилизаций (составители — Н. Б. Лаврова и Т. Л. Парнес).

В целом сборник получился интересный и содержательный. В нем ярко отражено современное состояние проблемы внеземных цивилизаций, которая на данном этапе представляет собой «туго затянутый узел из всех земных наук, начиная от биологии, социологии и астрофизики и кончая теорией связи, лингвистикой и философией». Развязать этот узел, как убедительно показано в представленных статьях, «можно только настойчивыми усилиями как теории, так и практики» (с. 96).



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

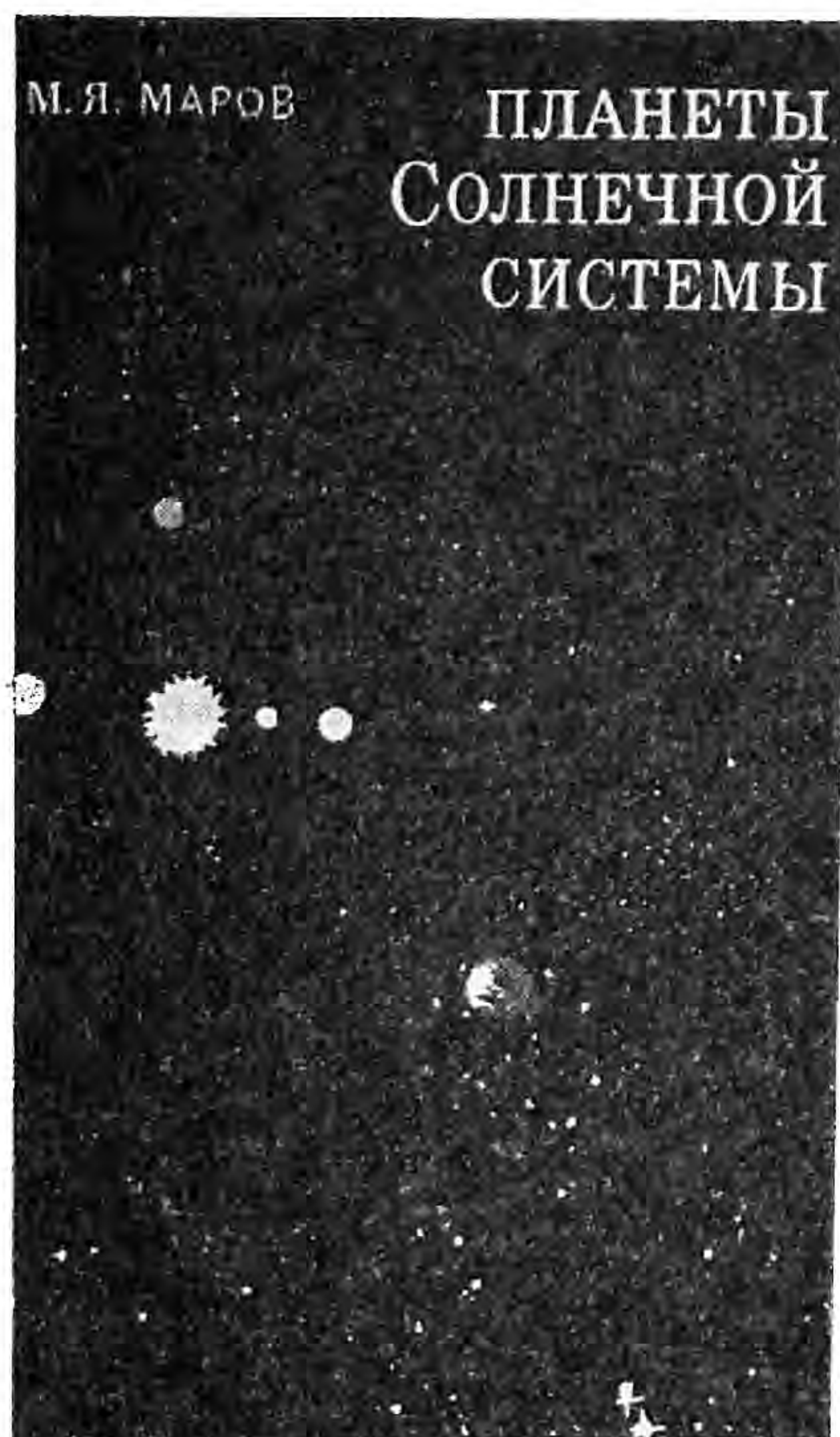
Доктор физико-математических наук
Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

«Планеты Солнечной системы»

В течение нескольких веков астрономы, прикинув к окулярам телескопов, пристально всматривались в маленькие диски планет: какие таинственные миры скрываются за ними? Загадочные планеты населялись воображаемыми обитателями; из добытых наблюдениями скромных фактов делались фантастические предположения; увлекательные гипотезы сменяли одна другую.

Потом пришло время более точных инструментов: глаз наблюдателя заменили фотопластинка, а затем и электронные приборы. И все-таки даже в наши дни астроном по-прежнему ощущает неизбежную недоступность небесных светил для живущих на Земле. Развитие техники космических исследований ничуть не притупило это чувство безмерной удаленности объектов наблюдений. Тем поразительнее многие открытия, сделанные на основе той богатой информации, которую получили космические аппараты во время полетов к другим планетам.

Космические аппараты «Марс», «Венера», «Луна», «Зонд», «Рейнджер», «Аполлон», «Пионер», «Маринер», «Викинг», «Вояджер» как бы заново открыли нам Солнечную систему, дав в руки ученых факты взамен гипотез недавнего прошлого. Теперь появилась реальная возможность не только изучать отдельные планеты, но и сопоставлять данные, относящиеся к разным планетам, например, состав, свойства и динамику их атмосфер, состав, фактуру и рельеф поверхности и т. д. Результаты сравнительной планетологии ведут к пониманию химической и тепловой истории Солнечной



системы, механизмов ее образования и эволюции. Разумеется, мы находимся лишь у истоков этой работы. Тем не менее интерес к проблемам планетологии велик уже сейчас — и у профессионалов, и у любителей астрономии.

Нелегкую задачу — доступно рассказать о закономерностях, которые прослеживаются при сопоставлении свойств различных планет, — взял на себя доктор физико-математических наук М. Я. Маров. В книге «Планеты Солнечной системы» (М.: Наука, 1981) он использует практически только новые и новейшие данные, полученные космическими аппаратами, включая «Вояджер-1». Главы книги («Не-

которые общие сведения о Солнечной системе»; «Основные механические характеристики планет и особенности их движений»; «Поверхности планет»; «Внутреннее строение и тепловая история»; «Планетные атмосферы») построены так, что сопоставление определенных характеристик естественно следует из их общего анализа. По вполне понятным причинам, такой анализ не может быть одинаково глубоким для всех планет. Например, если строение недр Земли и Луны достаточно подробно известно из сейсмических экспериментов, то для Венеры и Меркурия пока приходится ограничиваться лишь отдельными установленными фактами. Тем не менее такой подход позволяет яснее воспринимать проблему, хотя и требует от читателя активного отношения к излагаемому материалу. Вообще, книга написана без «излишней упрощенности», о чем М. Я. Маров предупреждает читателя уже на третьей странице, добавляя: «Поэтому автор вправе надеяться, что его усилия будут помножены на терпение читателя, стремящегося познакомиться с интересующим его разделом науки». Пожалуй, это же замечание можно отнести и к лексике автора: он, не колеблясь, вводит в текст научную терминологию, поясняя значение терминов лишь там, где это необходимо.

В книге, буквально на соседних страницах, М. Я. Маров касается самых, казалось бы, взаимоудаленных аспектов планетной физики — от космогонических гипотез до типов горных пород на поверхности планет и от динамики атмосфер до моделей строения планет-гигантов. Читатель,

несомненно, заметит, что различные главы изложены с неодинаковой полнотой. Сказались в этом, разумеется, и собственные научные интересы автора. Так, особенно удались ему четвертая и пятая главы («Внутреннее строение и тепловая история» и «Планетные атмосферы»). Восприятию этого материала немало способствует предварительное знакомство с характеристиками планет, данными в предыдущих главах. Кстати, попытка систематического изложения вопросов сравнительной планетологии показывает, что неизбежны обращения к одним и тем же фактам в разных разделах книги. В самом деле, как избежать повтора, рассматривая в одной главе состав и рельеф поверхности планет земной группы, а в другой — их тепловую историю?

В ряде случаев автор излагает несколько альтернативных гипотез, не высказывая определенно своего мнения о них (с. 168—171). С одной стороны, это — некий комплимент читателю, который вынужден сам наметить какой-то «рабочий» подход к проблеме, с другой — затрудняет читателя, если тот вовсе не знаком с проблемой. Понятно, что автор не может быть специалистом во всех вопросах, но так ли уж опасно рекомендовать хотя бы интуитивный путь, пусть даже он впоследствии окажется ошибочным?

Как любая большая работа, книга содержит некоторые неизбежные оговорки и неточности, иногда забавные. На 140 странице рисунок 47 назван

графиком химического состава Солнца, а на следующей странице, в подписи к тому же рисунку, — космической распространенностью элементов. Наконец, на 155 странице тот же рисунок фигурирует уже как сводка распространенности химических элементов, почти не отличающаяся от состава солнечного вещества. Вертикальная шкала рисунка 47 оцифрована в неизвестных величинах. Не совсем понятно, почему автор считает спутник Юпитера Каллисто (с. 129) «самым старшим в семействе». Не правильнее ли говорить о его весьма древней поверхности? Вопреки тексту на 211 и 235 страницах, из рисунка 55 (с. 199) следует, что пояса в атмосфере Юпитера расположены выше зон.

Но в самом большом недостатке, присущем всей книге, автор уж несколько не повинен: качество многих из воспроизведенных иллюстраций до обидного низкое. Рецензенту хорошо известны яркие, доходчивые рисунки, использованные М. Я. Маровым, однако в книге они выглядят, мягко говоря, неважно. Совершенно «слепым» оказался рисунок 12, ссылки на который встречаются в четырех местах. Вместо оригинальных цветных иллюстраций (рис. 20, 23, 32—35 и 37—42) приведены их черно-белые копии, хотя именно цветовые оттенки здесь важны для понимания материала. Отметим, что для столь трудного материала рисунков явно не хватает; в результате сложные понятия, которые можно было бы проиллюстрировать схемой, автор вынужден пояс-

нять пространственными словесными формулировками.

И все-таки книга вполне отвечает поставленной задаче. Ее прочтут не только любители, интересующиеся проблемами планетной астрономии, но и профессиональные исследователи, которые найдут в ней немало интересного. Тем более, что книга написана непосредственным участником научных экспериментов, проводившихся на автоматических межпланетных станциях серии «Венера», начиная с «Венеры-4». На «Венере-9» и «Венере-10» М. Я. Маров впервые применил нефелометрический метод исследования облачного слоя (Земля и Вселенная, 1976, № 3, с. 3—15. — Ред.). «Планеты Солнечной системы» — это хорошая, интересная и весьма содержательная книга, к тому же первая книга по сравнительной планетологии в нашей научно-популярной литературе; она на несколько месяцев опередила коллективное издание «Новая Солнечная система», выпущенное в США.

Рискнем высказать мнение, что рецензируемая книга М. Я. Марова все же убеждает в праве на существование книг двух родов: по сравнительной планетологии, когда одновременно сопоставляются характеристики различных планет Солнечной системы, и в стиле описательном, восходящем к Фламариону, когда каждая планета предстает самостоятельным миром, полным чудес Великой Природы.

НОВЫЕ КНИГИ

АСТРОНОМИЯ ДЛЯ МАЛЫШЕЙ

Книгу Е. П. Левитана «Малышам о звездах и планетах» (М.: Педагогика, 1981) родители прочтут своим детям-дошкольникам или вместе с детьми младшего школьного возраста. Исходя из того, что, согласно данным современной педагогики и психологии, даже у дошкольников можно и нужно развивать не толь-

ко наглядно-образное, но и в известной мере абстрактное мышление, автор в доступной детям форме знакомит любознательных малышей с Солнцем и звездами, планетами и их спутниками. Такое ознакомление полезно для формирования у детей первоначальных представлений об астрономии и космонавтике.

Предполагается, что неторопливое чтение этой книги (а она написана в виде небольших рассказов-диалогов) будет сопровождаться простейшими астрономическими наблюдениями, опытами и обсуждением уви-

денного и прочитанного. Как именно проводить с детьми практические работы, сообщается в кратких методических рекомендациях, адресованных родителям и связанным с основными главами книги — «Солнце», «Звезды», «Солнечная система», «Планеты» (некоторые подробности).

Книга оригинально оформлена художниками Александром Рюминым и Сергеем Алимовым.

СТАТЬИ И ЗАМЕТКИ О ВНЕГАЛАКТИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В «ЗЕМЛЕ И ВСЕЛЕННОЙ» В 1965—1981 ГОДАХ

I. СТАТЬИ

Амбарцумян В. А.	Новые открытия — новые проблемы	1966, № 3, с. 3—6
Амбарцумян В. А.	Нестационарные объекты во Вселенной и их значение для космогонии	1968, № 4, с. 2—10
Амбарцумян В. А.	Ядра галактик	1969, № 2, с. 25—34
Амбарцумян В. А.	Нестационарные явления в мире звезд и галактик	1972, № 4, с. 2—12
Артамонов Б. П.	Взрывается ли «взрывающаяся» галактика?	1977, № 4, с. 38—43
Варшалович Д. А., Левшаков С. А.	Квazarы и молекулярные облака	1980, № 3, с. 23—27
Вестерлунд Б. Е.	Магеллановы Облака	1970, № 6, с. 34—37
Воронцов-Вельяминов Б. А.	Загадочные явления в мире галактик	1966, № 3, с. 6—8
Воронцов-Вельяминов Б. А.	Красное смещение в спектрах галактик и квазаров	1974, № 6, с. 23—26
Дорошкевич А. Г.	Возникновение галактик в расширяющейся Вселенной	1974, № 6, с. 18—22
Ефремов Ю. Н.	Неправильная галактика Местной системы	1972, № 3, с. 26—28
Засов А. В.	Необычные галактики	1968, № 1, с. 45—53
Засов А. В.	Спиральные ветви — здесь рождаются звезды	1974, № 6, с. 2—10
Засов А. В.	Магелланов поток	1977, № 1, с. 36—41
Караченцев И. Д.	Двойные галактики	1979, № 6, с. 5—9
Козлов Н. Н., Сюняев Р. А., Энеев Т. М.	Приливное взаимодействие галактик	1974, № 6, с. 11—17
Комберг Б. В.	Странности в спектрах квазаров	1969, № 4, с. 27—30
Комберг Б. В.	Загадка инфракрасного излучения ядер галактик	1970, № 5, с. 10—12
Комберг Б. В.	Есть ли звезды в компактных радиогалактиках и квазарах?	1974, № 6, с. 27—29
Комберг Б. В.	Два новых спутника нашей Галактики?	1976, № 5, с. 63—65
Комберг Б. В.	Радиогалактика Дева А	1978, № 1, с. 16—20
Комберг Б. В.	Ближние квазары — рентгеновские источники	1978, № 6, с. 42—43
Комберг Б. В.	Радиогалактика Центавр А	1980, № 2, с. 26—30
Курильчик В. Н.	Кометообразные радиогалактики	1975, № 2, с. 29—32
Марочник Л. С., Сучков А. А.	Чем объясняется спиральная структура галактик	1971, № 1, с. 25—29
Огородников К. Ф.	Строение и динамика Галактики	1966, № 2, с. 6—13

Озерной Л. М.	Ядра квазаров и активных галактик	1973, № 3, с. 25—33
Оорт Я.	Строение и эволюция галактической системы	1965, № 2, с. 14—22; № 3, с. 8—17
Паша И. И., Цицин Ф. А.	Спиральные галактики	1981, № 6, с. 50—56
Парийский Ю. Н.	РАТАН-600 изучает большую Вселенную	1981, № 3, с. 2—7
Пикельнер С. Б.	Спиральные ветви галактик и их магнитное поле	1965, № 4, с. 24—32
Райл М.	Радиогалактики и квазары	1968, № 3, с. 32—38
Товмасын Г. М.	Внегалактическая радиоастрономия	1977, № 3, с. 10—15
Эйнасто Я.	«Скрытая» масса в галактиках	1975, № 3, с. 32—36
Эйнасто Я., Йизвээр М.	Структура Галактики	1978, № 6, с. 30—36

II. ЗАМЕТКИ

Активность ядер галактик — результат эволюции звезд?	1972, № 4, с. 25
Вспышка квазара 3C 446	1967, № 1, с. 46
Газ в коронах галактик	1981, № 2, с. 34
Галактика, меняющая блеск	1970, № 3, с. 45
В центре Галактики — черная дыра	1976, № 1, с. 54
Двойные квазары	1980, № 3, с. 34—35
Еще одна близкая галактика	1971, № 6, с. 15
Еще одна странность квазаров	1968, № 3, с. 38—39
Загадка компактных галактик-спутников	1972, № 4, с. 24—25
Загадочные выбросы из Центавра А	1981, № 6, с. 24
Исследования квазаров	1965, № 5, с. 10
Как далеки ближайшие галактики	1979, № 3, с. 51
Квазар в галактике	1978, № 4, с. 15
Квазар с самым большим красным смещением	1970, № 6, с. 32—33
Квазар 3C 345	1967, № 3, с. 53
Квазизвездные объекты и скопления галактик	1970, № 1, с. 53—54
Квазары и скопления галактик	1971, № 6, с. 66
«Квинтет» Стефана оказался... «квартетом»	1971, № 2, с. 46—47
Магнитосфера Галактики?	1980, № 2, с. 38
Массивный объект в ядре Галактики	1980, № 3, с. 52
Молекулы в других галактиках	1980, № 1, с. 61
Мощный радиовсплеск в галактике 3C 120	1974, № 1, с. 69
Необычная деталь около спиральной галактики М 81	1966, № 2, с. 13
Новая неожиданность — N-галактики	1968, № 4, с. 10—11
Новое о спектрах квазаров	1966, № 6, с. 14
Новые соседние галактики	1972, № 4, с. 25
Обзор Малого Магелланова Облака	1981, № 6, с. 56
Обнаружен новый класс объектов — квазизвездные галактики	1966, № 1, с. 76

Один из самых далеких объектов Ме- тагалактики	1970, № 6, с. 33
Особенности сейфертовских галактик	1970, № 3, с. 45
Открытие переменного источника радиоизлучения	1965, № 3, с. 63
Переменность блеска квазара 3C 273	1966, № 3, с. 18
Пыль между галактиками?	1965, № 3, с. 34
Радиоизлучение галактик в скоплениях Персея	1968, № 5, с. 43
Радиоисточник в центре Галактики	1978, № 2, с. 30
Радиоядра галактик	1972, № 3, с. 28
Расстояние до центра Галактики	1981, № 4, с. 39
Самая далекая галактика	1975, № 6, с. 32—33
Самые далекие объекты Вселенной	1965, № 5, с. 35
Самые далекие объекты Вселенной	1965, № 6, с. 88
Самый молодой источник космических радиоволн	1965, № 6, с. 15
Сверхгалактики или сверхзвезды?	1965, № 1, с. 42
Сверхзвезды — рождающиеся галактики?	1965, № 3, с. 41
Сверхмассивный объект в центре М 87	1978, № 5, с. 43
Сколько на небе квазаров?	1980, № 2, с. 56
Сколько пыли в центральных областях галактик?	1974, № 2, с. 28
Сколько спиральных рукавов в Галактике?	1966, № 3, с. 57
Скрытая масса?	1981, № 3, с. 7
Спиральные рукава и активность ядер галактик	1973, № 3, с. 17
Споры вокруг квинтета Стефана	1974, № 2, с. 44—45
Странная галактика	1965, № 3, с. 17
Тесные пары квазаров — реальность или эффект проекции?	1975, № 1, с. 56—57
Форма неправильных галактик	1966, № 5, с. 75
Часто ли сталкиваются галактики?	1966, № 5, с. 14

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., д. 21, комн. 2. Телефоны: 227-02-45; 227-07-45.

Художественный редактор: Ш и м к и н а Л. Я.

Корректоры: Е р м о л а е в а В. А., М о р о з о в а Т. Н.

Номер оформили: Калашникова А. Г., Кашеков А. Л., Тенчурина Е. К.

Сдано в набор 27.11.1981. Подписано в печать 12.02.1982. Т-04145. Формат бумаги 84×108¹/₁₆. Высокая печать. Усл.-печ. л. 8,4. Усл. кр.-отт. 532,7 тыс. Уч.-изд. л. 11,0. Бум. л. 2,5. Тираж 42.060 экз. Заказ 1079. Цена 65 коп.

Издательство «Наука», 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

МАРТ АПРЕЛЬ 21982 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
МАРТЫНОВ Д. Я.
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
БУЛАНЖЕ Ю. Д.
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
ЛЕВИТАН Е. П.
Член-корреспондент АН СССР
АВСЮК Г. А.
Доктор географических наук
АКСЕНОВ А. А.
Кандидат физико-математических наук
БРОНШТЭН В. А.
Доктор юридических наук
ВЕРЕЩЕТИН В. С.
Кандидат технических наук
ГЛАЗКОВ Ю. Н.
Доктор технических наук
ИЗОТОВ А. А.
Доктор физико-математических наук
КОВАЛЬ И. К.
Член-корреспондент АН СССР
КОРТ В. Г.
Доктор физико-математических наук
ЛЕВИН Б. Ю.
Кандидат физико-математических наук
ЛЕЙКИН Г. А.
Академик
МИХАЙЛОВ А. А.
Доктор физико-математических наук
НАРИМАНОВ Г. С.
Доктор физико-математических наук
НОВИКОВ И. Д.
Доктор физико-математических наук
ОГОРОДНИКОВ К. Ф.
Доктор физико-математических наук
ПЕТРОВА Г. Н.
Доктор географических наук
ПЕТРОСЯНЦ М. А.
Доктор геолого-минералогических наук
ПЕТРУШЕВСКИЙ Б. А.
Доктор физико-математических наук
РАДЗИЕВСКИЙ В. В.
Доктор физико-математических наук
РЯБОВ Ю. А.
Доктор физико-математических наук
ТОВМАСЯН Г. М.
Доктор технических наук
ФЕОКТИСТОВ К. П.

**«Земля и Вселенная»
поздравляет
новых членов Академии наук СССР**



**Член-корреспондент АН СССР
Алексей Александрович Мара-
кушев
[геология, горные науки]**



**Член-корреспондент АН СССР
Артем Саркисович Саркисян
[океанология]**



**Член-корреспондент АН СССР
Владимир Владимирович Тихоми-
ров
[геология, горные науки]**

404
ЦЕНА 65 КОП
ИНДЕКС 70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»